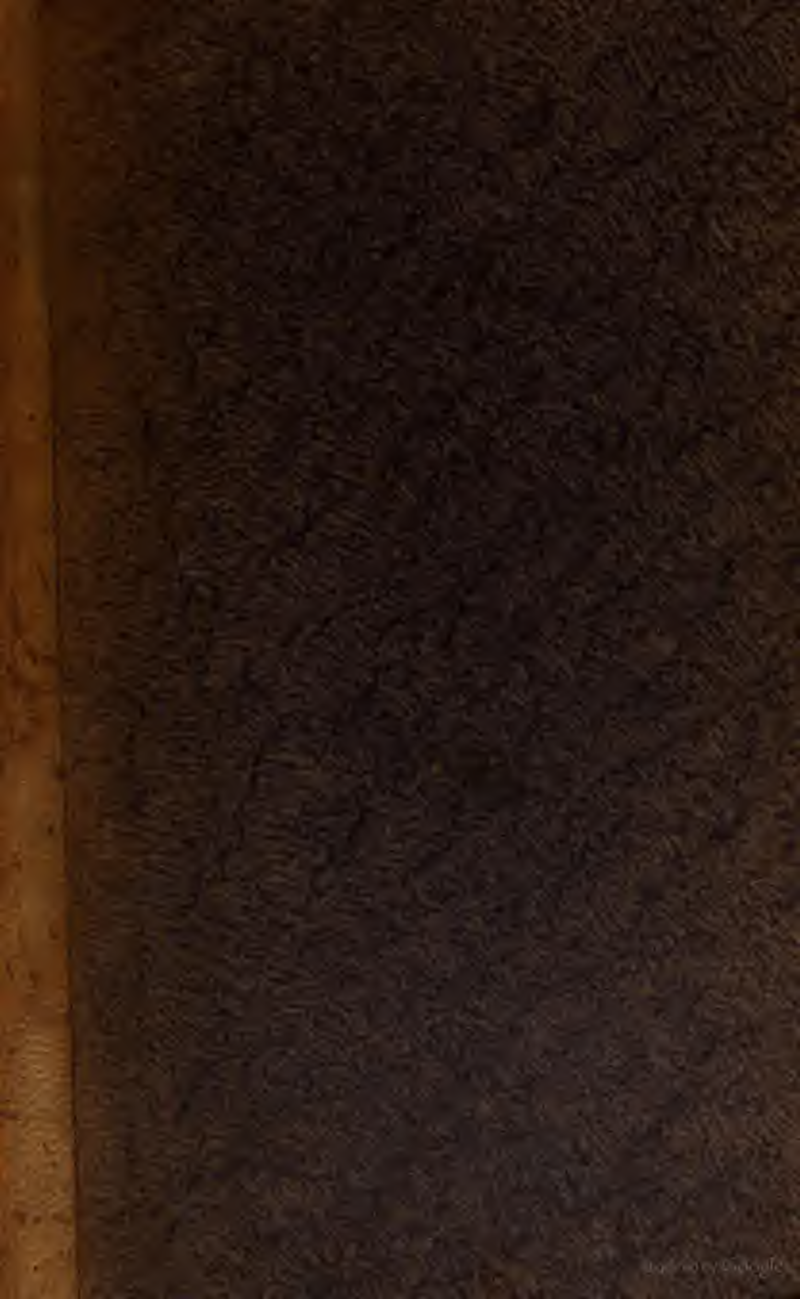
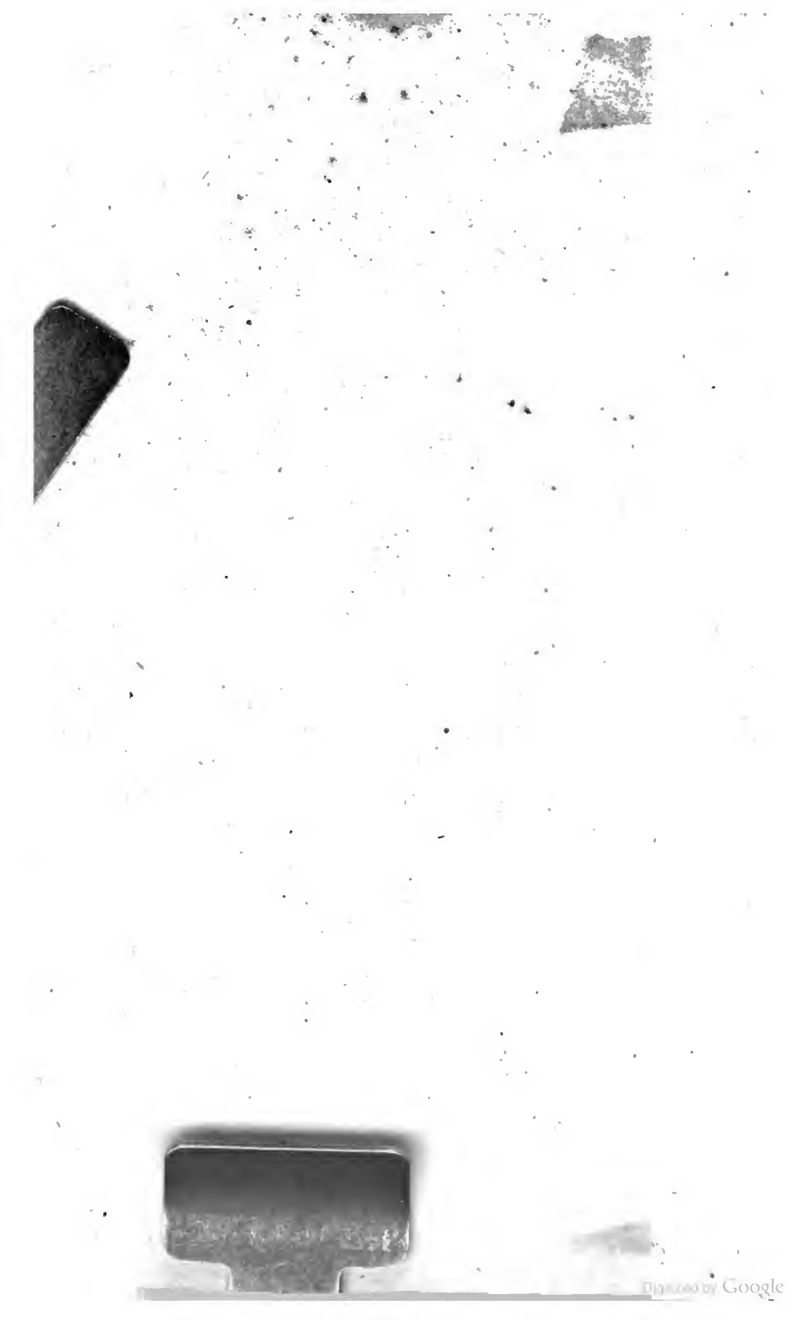


Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

# BULLETIN

## DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

### PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

TOME XIII.

Digitized by Google

# LISTE

## DE MM. LES COLLABORATEURS

DE LA 1re SECTION

## DU BULLETIN UNIVERSEL DES SCIENCES

ET DE L'INDUSTRIE (1).

*Rédacteurs principaux :*

MM. Sturm et Gaultier de Claubry.

Mathématiques. — *Collaborateurs :* MM. Ampère, Billy, Cauchy, Cournot, Duhamel, Baron Ch. Dupin, Hachette, Lacroix, Navier, Olivier (Théodore), Poinsot, Baron Poisson, Baron de Prony, Saigey, Terquem, Vincent.

Astronomie. — *Collaborateurs :* MM. Bouvard, Baron Damoiseau, Francœur, De Freycinet, Mathieu, Nicollet.

Physique. — *Collaborateurs :* MM. Ampère, Becquerel, Dulong, De Montferrand, Baron Poisson, Pouillet, Roulin.

Chimie. — *Collaborateurs :* MM. D'Arcet, Becquerel, De Berthier, Chevallier, Chevillot, Dessaignes, Donné, Dulong, Dunglas, Charles de Filières, Kuhn, E. Laugier, Péclet, Perdonnet, Baron Thénard.

(1) Ce Recueil, composé de huit sections, auxquelles on peut s'abonner séparément, fait suite au *Bulletin général et universel des annonces et des nouvelles scientifiques*, qui forme la première année de ce journal. Le prix de cette première année (1823) est de 40 fr. pour 12 cahiers, composés de 10 feuilles d'impression chacun.

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT.

RUE JACOB, N° 24

Digitized by Google

377504

# BULLETIN

## DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

### PHYSIQUES ET CHIMIQUES,

RÉDIGÉ PAR MM. STURM ET GAULTIER DE CLAUBRY.

1re SECTION DU BULLETIN UNIVERSEL,

PUBLIÉ

PAR LA SOCIÉTÉ

POUR LA

**PROPAGATION DES CONNAISSANCES**

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES,

ET SOUS LA DIRECTION

DE M. LE BARON DE FÉRUSSAC.

TOME TREIZIÈME.




A PARIS,

AU BUREAU CENTRAL DU BULLETIN, rue de l'Abbaye, n° 3,
Et chez M. BACHELIER, quai des Augustins, n° 55;
Paris, Strasbourg et Londres, chez MM. TREUTTEL et WURTZ;
Leipzig, MM. BROCKHAUS.

1830.

Digitized by Google

Digitized by Google

# BULLETIN

## DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

### ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

## MATHÉMATIQUES.

1. TABLES DE LOGARITHMES PAR JÉROME DE LALANDE, étendues à 7 décimales par C. M. MARIE; précédées d'une instruction par le baron REYNAUD, examinateur, etc. Édition stéréotypée par Fain. In-12 de 204 p; prix, 3 fr. et 4 fr. 25 c. Paris, 1829; Bachelier.

Une décision nouvelle, relative aux examens pour l'admission à l'École militaire de Saint-Cyr et dans la Marine, oblige les candidats à faire usage dans leurs calculs de logarithmes à 7 décimales. C'est ce qui a déterminé M. Reynaud a publier les tables que nous annonçons. On y trouve les logarithmes des nombres entiers depuis 1 jusqu'à 10,000, et ceux des lignes trigonométriques de tous les arcs de cercle croissans de minute en minute, avec 7 décimales. Ces tables sont précédées d'une instruction divisée en trois parties. Les deux premières traitent de la disposition et de l'usage des tables de logarithmes. Dans la 3e on fait connaître les limites des erreurs qui peuvent résulter de l'emploi des logarithmes à 7 décimales et l'on indique quelles sont les lignes trigonométriques qui donnent, pour les angles cherchés, les valeurs les plus approchées.

2. TAVOLE LOGARITHMICHE, etc. — Tables de logarithmes de GARDINER. 4e édition italienne, publiée par J. INGHIRAMI, prof. d'astronomie à Florence; avec une introduction et des additions nouvelles. 1 vol. in-8°; prix, 17 fr. Florence, 1827. imprimerie Calasanzi.

Ces tables renferment les logarithmes des nombres entiers



Digitized by Google

depuis 1 jusqu'à 1000 avec 20 décimales, ceux des nombres premiers depuis 1000 jusqu'à 10141 avec 20 décimales, les plus petits diviseurs des nombres composés depuis 1,000 jusqu'à 10130, les logarithmes des nombres depuis 1,000 jusqu'à 10000, jusqu'à 102500 avec 7 décimales et les parties proportionnelles, enfin les logarithmes des sinus et tangentes de seconde en seconde, pour les 4 premiers degrés, et de 10″ en 10″ pour le reste du quart de cercle. Ces tables sont précédées d'une introduction assez étendue, où l'éditeur a expliqué la formation et l'usage des logarithmes et rassemblé les formules les plus usuelles d'algèbre, de géométrie analytique, de trigonométrie plane et sphérique, de géodésie, d'astronomie sphérique, planétaire et nautique, etc.

3. Première année d'algèbre; par M. Duchesne, professeur de mathématiques au collége de Vendôme. 300 p. in-8°. Paris, 1829; librairie scientifique de Malher, passage Dauphine.

La partie la plus élémentaire de l'algèbre est exposée dans cet ouvrage avec beaucoup de clarté et de précision. L'auteur était déjà connu avantageusement par ses élémens de géométrie descriptive. Il explique successivement les règles du calcul algébrique, les fractions, les proportions, les équations du 1$^{er}$ degré à une inconnue et leurs applications diverses, la théorie des quantités négatives, les équations à deux et plusieurs inconnues, les fractions continues, les racines carrées, les équations du 2$^{e}$ degré et les propriétés des trinomes, le binome de Newton, les racines cubiques, la théorie des radicaux et des exposans, les progressions et les logarithmes. Des exemples de solutions et des problèmes à résoudre, nombreux et bien choisis, ajoutent à l'utilité de ces élémens.

4. Mécanique des Solides, renfermant un grand nombre de développemens neufs et d'applications usuelles et pratiques, à l'usage des personnes les moins versées dans les mathématiques, des gens de lettres, des médecins et de tous ceux qui ne se sont pas livrés d'une manière spéciale à l'étude des sciences; par Neil Arnott; traduite de l'anglais sur la 3$^{e}$ édit., et augmentée de notes et d'additions mathématiques; par T. Richard. In-8° de 330 p. avec 6 pl. gravées; prix, 5 fr. 50 c. Paris, 1829; Anselin.

Digitized by Google

Ce livre fait partie d'un ouvrage portant le titre de Cours complet de philosophie naturelle, dont on se propose de publier la traduction entière. Le volume que nous annonçons ne comprend que la mécanique des corps solides; il sera suivi de la mécanique des fluides, de la physique et de l'astronomie. L'auteur s'applique d'abord à montrer combien il importe de ne pas rester étranger aux phénomènes de la nature, non seulement parce qu'une noble curiosité nous attire vers cette étude, mais aussi afin de mettre à profit ces connaissances pour notre propre utilité. Les sciences sont si vastes qu'il est possible tout au plus de les effleurer toutes; l'ouvrage que nous annonçons est destiné à passer en revue les phénomènes physiques, à les expliquer, et à en indiquer l'usage ou les effets de manière à se faire entendre de toutes les classes de lecteurs. Après avoir parlé des principes généraux des sciences naturelles, M. Neil Arnott s'occupe de la mécanique, qui fait le sujet principal du volume dont M. Richard présente la traduction. L'auteur s'attache à exprimer les théorèmes sans le secours des mathématiques ni du calcul; il passe en revue toutes les parties de la statique et de la dynamique, savoir : les machines, les forces, l'attraction, le pendule, la gravité, le frottement, les résistances, etc., et montre comment on peut prévoir les effets d'un système de corps agissant les uns sur les autres. Il termine par l'application de la théorie à la mécanique animale. On connaît les prétentions de M. Neil Arnott, et l'opposition de sa doctrine à celle de Bell. Le public français peut maintenant prendre connaissance des pièces du procès et en porter un jugement éclairé. En général, cet ouvrage est clairement écrit, bien traduit, et donne une idée juste de l'état de la science. Un grand nombre d'applications utiles à notre industrie, une foule d'exemples venant éclairer les propositions, et une grande variété de connaissances donnent à ce traité un intérêt qui nous fait croire que cet ouvrage aura en France le même succès qu'en Angleterre. Le traducteur n'est pas resté au-dessous de son entreprise; des notes judicieuses et des formules qui rendent facile l'application des théorèmes, ajoutent au mérite de cette publication.

FRANCOEUR.



Digitized by Google

5. Annales de mathématiques pures et appliquées; par M. Gergonne. Tom. XX, n° 6, décembre 1829.

Dans un premier article de cette livraison, M. Bobillier s'occupe de la recherche des conditions d'équilibre d'une chaînette uniformément pesante, parfaitement flexible et inextensible, posée librement sur une surface courbe donnée quelconque, qui n'exerce sur elle aucun frottement, et fixée, par ses extrémités, en deux quelconques des points de cette surface. Pour parvenir à son but, l'auteur remarque que cette chaînette étant une fois en équilibre, son équilibre ne sera point troublé si elle vient tout-à-coup à se solidifier. Remplaçant ensuite les pressions exercées par la chaînette, en chaque point de la surface, par des forces normales équivalentes, il lui est permis alors de faire abstraction de cette surface, ce qui réduit la question à celle de l'équilibre d'un système solide libre, de forme invariable. Exprimant donc que les sommes des composantes parallèles aux axes des coordonnées sont séparément nulles, il obtient trois équations de relation entre la tension en un point quelconque, la pression normale au même point et les trois coordonnées de ce point. Deux de ces équations doivent donner la pression normale et la tension, en un point déterminé quelconque de la chaînette, et leurs valeurs, substituées dans la troisième, conduisent à une équation en $x$, $y$, $z$, qui, combinée avec celle de la surface proposée, donne la courbe affectée par cette chaînette.

Après avoir intégré ces équations, autant du moins qu'il est possible de le faire, sans statuer sur la nature de la surface proposée, M. Bobillier en déduit quelques conséquences générales dont la principale est la suivante : la tension, en un point quelconque de la chaînette, est tout-à-fait indépendante de la longueur de cette chaînette, depuis ce point jusqu'à son point le plus bas, ainsi que de la nature de la surface sur laquelle elle est posée; elle dépend uniquement de la distance verticale entre ces deux points. Si de plus la chaînette, en son point le plus bas, passe dans un anneau, et qu'on remplace la tension en ce point par le poids d'un prolongement vertical de cette même chaînette, la tension, en un autre point quelconque, sera équivalente au poids d'un autre prolongement de la chaînette qui,

Digitized by Google

descendant verticalement de ce même point, viendrait se terminer sur le même plan horizontal avec l'autre prolongement dont il vient d'être question. Il est aisé d'en conclure que, plus généralement, en prenant une portion quelconque de la chaînette, les prolongemens verticaux capables de faire équilibre aux tensions à ses deux extrémités devront se terminer sur un même plan horizontal; proposition qui avait déjà été établie dans les Annales ( tom. XIX, pag. 347 ) pour la chaînette plane verticale.

De ces généralités, M. Bobillier descend aux cas particuliers. Il s'occupe d'abord de la chaînette sur un plan incliné, et trouve pour son équation, comme on pouvait bien le prévoir, celle de la chaînette ordinaire, dans laquelle la pesanteur aurait été diminuée dans le rapport de l'unité au sinus de l'inclinaison du plan. M. Gergonne observe, dans une note, que ce cas particulier pouvant être établi *à priori*, on pourrait y rattacher le cas général, en considérant chacun des points de la chaînette située sur une surface courbe, comme posé sur son plan tangent en ce point. Il ajoute qu'on parviendrait aussi à l'équation de la chaînette, sur une surface courbe, en exprimant que son centre de gravité est le plus bas possible.

M. Bobillier considère, en second lieu, la chaînette appuyée contre la surface convexe d'un cylindre quelconque à élémens rectilignes verticaux; et il prouve aisément qu'elle n'est que la chaînette ordinaire enveloppée sur ce cylindre. Supposant ensuite que le cylindre est de révolution, il prouve que les pressions, d'autant plus grandes que son rayon sera moindre, croîtront comme les cubes des distances au plan horizontal où se terminerait le prolongement vertical de la chaînette, en son point le plus bas, qui ferait équilibre, par son poids, à sa tension en ce point.

Pour troisième exemple, M. Bobillier considère la chaînette sur une surface conique de révolution, ayant son axe vertical. Lorsqu'elle est posée sur sa surface convexe, elle touche cette surface dans tous ses points, tandis que, lorsqu'au contraire elle est située dans son intérieur, elle peut se détacher de la surface dans sa partie inférieure, qui devient alors une chaînette ordinaire. L'auteur détermine les conditions nécessaires pour qu'il en soit ainsi; il enseigne aussi à déterminer le déve-

Digitized by Google

loppement de la chaînette sur le cône développé, et prouve que ce développement est une courbe ayant pour asymptotes deux génératrices rectilignes du cône, il montre en outre dans quel cas cette courbe est une hyperbole ordinaire. M. Bobillier traite enfin de la chaînette posée sur une sphère, ce qui le conduit à quelques résultats curieux.

Dans un second article, M. Le Barbier suppose un vase dont la surface intérieure est une surface de révolution autour d'un axe vertical; il suppose ce vase rempli, jusqu'à une certaine hauteur, par un liquide pesant et incompressible; il suppose encore que, dans ce liquide, se trouve un flotteur, terminé aussi par une surface de révolution, dont l'axe coïncide avec celui du vase; il suppose enfin qu'après avoir enfoncé ce flotteur, d'une quantité déterminée, au-dessous de la situation naturelle d'équilibre, on l'abandonne subitement à lui-même; et il se propose d'assigner les lois de son mouvement. Après avoir établi les équations générales du problème, M. Le Barbier, pour en faire une application simple, suppose que le vase et le flotteur sont tous deux cylindriques, ce qui le conduit aux conclusions suivantes.

1° Le flotteur doit osciller perpétuellement au-dessus et au-dessous de sa situation naturelle d'équilibre; 2° il doit alternativement s'élever autant au-dessus de cette situation qu'il s'enfonce au-dessous; 3° il emploie pour s'élever au-dessus le même temps qu'il emploie à s'abaisser au-dessous; 4° ce temps est d'autant plus court, toutes choses égales d'ailleurs, que le liquide est plus dense et les rayons des deux cylindres moins inégaux; 5° enfin si le flotteur plonge dans un liquide indéfini, la durée de ses oscillations sera tout-à-fait indépendante de son plus ou moins d'enfoncement; de sorte qu'on aura ici un isochronisme parfaitement analogue à celui des oscillations dans la cycloïde. Il est bien entendu d'ailleurs que dans tout cela on fait abstraction de la résistance opposée par le liquide et par l'air au mouvement du flotteur.

Dans un dernier article, M. Lenthéric démontre que, de tous les cylindres inscrits à une même sphère, 1° celui dont la hauteur est égale au côté du carré inscrit à un grand cercle a la plus grande surface latérale, qui est double de celle de ce grand cercle; 2° celui dont la hauteur est les deux tiers du côté du

Digitized by Google

triangle équilatéral inscrit à un grand cercle a le plus grand volume, triple de celui de la sphère qui aurait cette même hauteur pour diamètre. M. Lenthérie prouve, en outre, que, pour des cylindres inscrits à une même sphère, il n'y a point proprement de maximum de surface totale.

6. Réclamation de M. Poncelet.

Le cahier d'août 1829 du *Bulletin des sciences mathématiques* contient un passage ( voy. p. 101, art. 67 ), où, à propos d'une erreur signalée par M. Ampère, dans la solution d'un problème de mécanique rationnelle, insérée aux *Annales de mathématiques*, on s'exprime en ces termes : « L'erreur de cette solution consiste en ce que l'auteur y a complètement négligé l'effet de la force centrifuge. M. Gergonne annonce, dans une note, que cette erreur lui a été également signalée par M. Th. Barrois de Lille, qui pense que M. Poncelet a commis une *erreur du même genre* dans la théorie de la roue hydraulique à aubes courbes.»

J'ai déjà eu occasion de me défendre d'un reproche semblable qui m'a été adressé, dans l'un des *Bulletins des sciences* de l'année 1826, par un auteur anonyme; j'ai dit à cette époque, et je le répète aujourd'hui, qu'il n'est pas nécessaire de considérer, dans la théorie de ma roue telle que j'ai prétendu l'envisager dans mon mémoire, l'influence de la force centrifuge dont sont animées les molécules fluides pendant leur contact avec les aubes ; parce que cette influence est nulle, ou du moins insensible sous le rapport de la vitesse de sortie de ces molécules ou de l'effet utile de la roue.

En effet, le calcul démontre que si la force centrifuge agit lors du mouvement ascensionnel de l'eau dans les aubes, pour ralentir la vitesse acquise des molécules et pour diminuer par conséquent la hauteur finale de leur élévation, cette même force agit aussi, et avec une intensité égale, lors du mouvement rétrograde du fluide, pour accélérer la vitesse des molécules; de sorte que la vitesse et la force vive de sortie restent les mêmes, soit qu'on tienne ou ne tienne pas compte des effets de la force centrifuge.

Les auditeurs de mon cours de machines à l'École d'application de Metz, me rendront, j'espère, cette justice de dire que je sais, quand cela est nécessaire, apprécier et calculer les effets

Digitized by Google

de la force centrifuge dans la théorie des roues hydrauliques à aubes courbes, ce qui m'est d'autant moins difficile, que M. Navier a donné, dans ses savantes *notes sur l'architecture hydraulique de Bélidor*, des exemples de la manière élégante et simple dont on pouvait traiter de semblables questions de mécanique.

Dans un travail sur les *roues hydrauliques à augets*, qui est presqu'entièrement terminé, et que j'ai entrepris à la sollicitation de M. Daubuisson, ingénieur en chef des mines, dont les utiles recherches de mécanique pratique sont généralement connues et appréciées, je me suis spécialement occupé des effets de la force centrifuge sur l'eau contenue dans les augets, parce qu'elle y exerce une grande influence quand la vitesse de rotation devient considérable, ainsi que l'exigent plusieurs circonstances de l'application de ces roues : les résultats particuliers et remarquables auxquels je suis parvenu dans ce travail me feront, j'espère, pardonner de n'avoir pas eu égard à cette même influence pour les roues à aubes courbes, mues par dessous, où elle peut, je le répète, être négligée sans aucun inconvénient, ni pour la pratique, ni pour la théorie.

En terminant cette note, je crois encore devoir remarquer que les personnes qui n'ont pas l'habitude d'appliquer la mécanique à des questions usuelles se méprennent souvent sur la nature de cette application, en ce qu'elles ne distinguent pas, d'une manière convenable, les effets qui sont à négliger pour la simplification des formules et pour leur peu d'influence, de ceux dont il faut essentiellement tenir compte afin d'arriver à des solutions véritablement utiles pour la pratique. Souvent aussi elles oublient que les solutions et les conséquences déduites de cette application ne peuvent avoir toute la généralité, l'extension et la rigueur qui appartiennent en propre aux conceptions des sciences positives ou purement rationnelles, et que la condition de leur existence ou de leur emploi dans la pratique est presque toujours subordonnée à des restrictions particulières qui tiennent aux circonstances physiques de la question, et à l'étendue dans laquelle on peut considérer comme exactes les hypothèses d'où l'on est parti.

C'est ainsi, par exemple, que le principe des forces vives ou

Digitized by Google

de la transmission de l'action conduisant immédiatement (1) à cette loi expérimentale, découverte par *Hutton*, que « *les vitesses initiales des projectiles sont sensiblement proportionnelles aux racines carrées des charges de poudre et inverses des poids des boulets*, » on est en droit de dire que les résultats de la théorie sont parfaitement d'accord avec ceux de l'expérience, quoiqu'à le bien prendre cette loi ne puisse, en toute rigueur, s'appliquer que dans des limites déterminées et pour les cas où les circonstances de l'inflammation de la poudre sont, pour ainsi dire, identiques. Or, je le demande, l'auteur des deux articles insérés récemment sur ce sujet dans le *Journal des Sciences militaires* et dans celui du *Génie civil*, a-t-il été en droit de nous attaquer sur la légitimité de cette déduction de nos principes, en mettant en parallèle, dans un même tableau, les vitesses initiales relatives à des calibres et à des poids de boulets, à des charges de poudre et à des longueurs d'âme dont les proportions diffèrent tellement les unes des autres, ou de celles qu'on emploie ordinairement dans la pratique, que ni les circonstances de la combustion de la poudre, ni celles de la détente et du refroidissement du gaz, etc., ne peuvent être considérées je ne dis pas comme parfaitement identiques, mais comme à peu près semblables? Et, je le demande aussi, ne faudrait-il pas renoncer entièrement, ou pour long-temps encore, à toute tentative d'appliquer la mécanique aux questions usuelles, si l'on admettait une telle façon de juger le résultat des recherches? Il paraît donc bien évident, en particulier, que l'auteur dont il vient d'être parlé n'a pas mieux que M. Th. Barrois de Lille, compris l'état véritable des questions sur la solution desquelles il a cherché à élever des doutes.

PONCELET.

7. CORRESPONDANCE MATHÉMATIQUE ET PHYSIQUE, par M. QUÉTELET. 5e livraison, Tome V. Bruxelles, 1829; Hayez. Paris, Bachelier.

Un premier mémoire de M. Chasles sur la transformation des relations métriques des figures forme la partie principale de cette livraison. La nouveauté et la fécondité de la méthode ex-

(1) Voyez le *Cours de mécanique industrielle fait aux artistes et ouvriers de Metz*, 1re partie, *Applications*, p. 143, § 176. Cet ouvrage, imprimé à Metz en avril dernier, se trouve à Paris, chez Bachelier.

Digitized by Google

posée dans ce mémoire le rendent digne de toute l'attention de ceux qui cultivent la géométrie pure M. Poncelet, auteur de l'ingénieuse théorie des polaires réciproques, en a fait voir l'usage pour transformer, soit les propriétés descriptives des figures, soit les relations métriques d'angles et de longueurs, de la nature de celles qui se présentent dans la théorie des transversales. M. Chasles est parvenu à un principe de transformation plus général, applicable non seulement aux relations qui appartiennent à la théorie des transversales, mais encore à un genre de relations métriques beaucoup plus étendu. M. Chasles avait déjà observé ailleurs que la théorie des polaires réciproques ne jouit pas exclusivement de la propriété de servir à la transformation des figures, et qu'on peut employer d'autres modes de transformation d'une assez grande simplicité. Mais dans le mémoire que nous annonçons, il s'en tient à la théorie dont il s'agit, en prenant pour conique auxiliaire ou directrice dans la transformation des figures planes une parabole, et pour surface auxiliaire ou directrice dans la transformation des figures à 3 dimensions un paraboloïde; c'est pourquoi il appelle ce genre de transformation *parabolique*.

La transformation parabolique des relations métriques dans les figures planes repose sur le théorème suivant, dont la démonstration est facile : les polaires de deux points quelconques, prises par rapport à une parabole, interceptent sur l'axe de cette courbe un segment qui est égal en longueur à la projection orthogonale sur cet axe de la droite qui joint les deux points.

Cela posé, soient A, B, C, D, E, etc. différens points d'une figure plane, et $f$ (AB, CD, EF, etc.) $=$ o une relation entre les distances de plusieurs de ces points. En faisant la transformation parabolique, on aura une seconde figure; soient dans cette seconde $a, b, c, d, e$...., les droites polaires des points A, B, C, D, E, et soient $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$,.... les points où ces droites rencontrent l'axe de la parabole auxiliaire. On aura, en désignant cet axe par $x$ d'après le théorème qui vient d'être énoncé,

$$\alpha\beta = \text{AB}.\cos.(\text{AB}, x) \quad , \gamma\delta = \text{CD}.\cos.(\text{BC}, x) \quad \text{etc.}$$

de sorte que la relation donnée entre les distances AB, CD, etc. deviendra

$$f\left(\frac{\alpha\beta}{\cos.(\text{AB}, x)}, \frac{\gamma\delta}{\cos.(\text{CD}, x)}, \text{etc.}\right) = 0$$

Si cette équation est telle que les cosinus disparaissent d'eux-mêmes, il restera une relation qui sera relative à la 2[e] figure seulement, et qui exprimera une propriété générale de cette 2[e] figure, correspondante à la propriété de la première figure qu'exprime la relation donnée entre les distances de ses points.

Ce mode de transformation s'applique à un genre de relations métriques fort étendu. Il comprend d'abord toutes les relations qui se rencontrent dans la théorie des transversales où une distance est toujours divisée par une autre distance comptée sur la même direction, ce qui fait que les cosinus disparaissent toujours.

Pour mieux faire saisir l'esprit et l'usage de sa méthode, M. Chasles en fait des applications variées qui le conduisent à de nouvelles propriétés des coniques et des lignes courbes de degrés quelconques. Nous croyons devoir rapporter l'une de ses démonstrations, qui suffira pour donner une idée de toutes les autres.

Trois coniques étant circonscrites à un quadrilatère, si par chaque point M de la première on mène une transversale parallèle à un axe fixe, on sait que les produits des segmens interceptés entre ce point et chacune des deux autres courbes, seront entr'eux dans un rapport constant, quelque soit le point M pris sur la première conique. Ainsi, soient A, A' et B, B' les points où la transversale rencontre les deux courbes respectivement; on aura

$$\frac{MA.MA'}{MB.MB'} = \text{constante}.$$

quelque soit le point M sur la 1[e] conique.

En faisant la transformation parabolique, on aura trois coniques inscrites dans un même quadrilatère; à chaque transversale correspondra un point, et tous ces points seront sur une même droite parallèle à l'axe de la parabole, puisque toutes les transversales sont parallèles entr'elles; à chaque point M correspond une tangente $m$ à la première des trois coniques, et aux points A, A', et B, B', correspondent des tangentes $a, a'$ et $b, b'$ aux deux autres coniques, toutes ces tangentes étant menées du point correspondant à la transversale. Soient $\mu, \alpha, \alpha', \beta, \beta'$ les points où ces cinq droites rencontrent l'axe de la parabole, on aura

$$\mu\alpha = MA \cos. (MA, x) \quad \mu\alpha' = MA' \cos. (MA, x)$$

Digitized by Google

$$\mu6 = \text{MA}, \cos.(\text{MA}, x) \quad \mu6' = \text{MB}' \cos.(\text{MA}, x)$$

et l'équation (1) donnera

$$\frac{\mu\alpha \cdot \mu\alpha'}{\mu6 \cdot \mu6'} = \text{constante}.$$

ce qui prouve que, quand trois coniques sont inscrites dans un même quadrilatère, si par un point pris arbitrairement sur une droite fixe on mène une tangente à la première conique et deux tangentes à chacune des deux autres, et qu'on fasse les produits des segmens interceptés sur une seconde droite fixe parallèle à la première, entre la tangente et la première courbe, et les tangentes à chacune des deux autres, le rapport de ces produits sera constant, quelque soit le point de la première droite fixe par lequel on aura mené les tangentes.

M. Chasles tire quelques conséquences de ce théorème, et observe qu'il peut s'étendre à trois courbes géométriques qui auraient deux à deux les mêmes tangentes communes. Il démontre d'une manière analogue un grand nombre d'autres propositions non moins remarquables, parmi lesquelles nous ne citerons que les suivantes, dont l'énoncé est le plus court.

Un polygone d'un nombre pair de côtés étant circonscrit à une conique, le produit des distances d'une tangente à cette courbe aux sommets de rang pair, est au produit des distances de cette même tangente aux sommets de rang impair dans un rapport toujours constant, quelle que soit la tangente à la courbe.

Si les droites menées d'un point d'une conique à 4 points de cette courbe forment un faisceau harmonique, les 4 droites menées de tout autre point de la courbe aux 4 mêmes points formeront aussi un faisceau harmonique.

Étant données 4 droites fixes quelconques, si une cinquième droite variable de position les coupe en 4 points harmoniques, cette 5$^{e}$ droite envelopera une conique tangente aux 4 droites fixes.

La transformation parabolique appliquée au principe si connu de la proportionnalité des côtés dans les triangles équiangles donne ce théorème: Quand deux triangles ont leurs sommets deux à deux sur trois droites parallèles entr'elles, les segmens compris sur cette transversale quelconque parallèle à ces droites entre les angles du 1$^{er}$ triangles sont proportionnels aux segmens compris entre les angles du second triangle.

Digitized by Google

M. Chasles arrive par la même marche à un théorème que M. Poncelet a donné le premier dans son mémoire sur les centres des moyennes harmoniques.

La seconde partie du mémoire de M. Chasles a pour objet la transformation parabolique des figures à trois dimensions qui est fondée sur le théorème suivant : Les plans polaires de deux points pris par rapport à un paraboloïde (elliptique ou hyperbolique) interceptent sur l'axe de ce paraboloïde un segment égal en louguenr à la projection orthogonale sur cet axe de la droite qui joint les deux points.

La transformation des relations métriques, qui se déduit de ce principe pour les figures dans l'espace, est d'ailleurs analogue à celle qui a été expliquée ci-dessus pour les figures planes.

En l'appliquant d'abord aux principales propositions connues de la théorie des transversales, M. Chasles a obtenu des théorèmes nouveaux tels que les suivans : Si par un point fixe et par les côtés d'un polygone gauche on mène des plans, et qu'on tire une transversale arbitraire, les segmens interceptés entre chacun de ces plans et les deux faces de l'angle dièdre (1) du polygone, qui a pour arête le côté par lequel est mené ce plan, seront tels que le produit de tous ces segmens qui n'auront pas d'extrémité commune sera égal au produit de tous les autres. On peut encore substituer à ces segmens les sinus des angles des plans qui comprennent ces segmens.

Les côtés d'un polygone gauche étant tous tangens à une surface du second degré, si l'on mène par leurs points de contact des plans tangens à la surface, chaque plan divisera en deux l'angle dièdre du polygone qui a pour arête le côté par lequel ce plan tangent est mené, de sorte qu'on aura de nouveaux angles dièdres en nombre double de celui des angles du polygone; ces nouveaux angles dièdres intercepteront sur une transversale quelconque des segmens tels, que le produit de tous ceux qui n'auront pas d'extrémité commune sera égal au produit de tous les autres. Ces segmens peuvent aussi être remplacés par les sinus des angles dièdres qui les comprennent.

Si l'on a un polygone gauche et qu'on tire une transversale quelconque, la somme algébrique des segmens compris sur cette

(1) On appelle angle-plan ou simplement angle d'un polygone gauche, l'angle formé par deux côtés consécutifs, et angle dièdre l'angle formé par les plans de deux angles plus consécutifs.

Digitized by Google

transversale entre les angles dièdres du polygone sera égale à zéro.

En considérant trois surfaces du second degré inscrites dans une même développable, M. Chasles prouve que si, par une droite prise arbitrairement dans un plan fixe, on mène un plan tangent à la première surface et deux plans tangens à chacune des deux autres, et si l'on fait les produits des segmens compris sur une transversale fixe parallèle au plan donné entre le plan tangent à la première surface, et les plans tangens à chacune des deux autres surfaces, le rapport de ces produits sera constant, quelle que soit dans le plan donné la droite par laquelle on mène les plans tangens.

Trois surfaces du second degré étant inscrites dans la même développable, si, par une droite quelconque, on leur mène six plans tangens, toute transversale rencontrera ces six plans en six points qui seront en involution. La même relation a lieu entre les sinus des angles des plans tangens.

Au surplus, M. Chasles annonce que la plupart des théorèmes qu'il a démontrés sont eux-mêmes des cas particuliers de théorèmes plus généraux qu'il obtient par une autre méthode pour la transformation des relations métriques, et qu'il fera bientôt connaître.

Le mémoire de M. Chasles est suivi de quelques théorèmes de M. Olivier sur la division des surfaces et des corps. Voici le premier de ces théorèmes qui peut donner une idée des autres : Si l'on divise le diamètre d'un cercle en *n* parties arbitraires, et si, sur chacune de ces parties comme diamètre, on décrit un cercle, la surface du grand cercle sera égale au carré de la somme des racines carrées des surfaces de tous les petits cercles. M. Verhulst donne ensuite quelques développemens sur la manière d'intégrer les équations différentielles pour le mouvement du pendule simple dans un milieu résistant, problème dont M. Poisson a donné une solution très-satisfaisante dans son Traité de mécanique.

M. Thilo fait ensuite connaître un procédé pour mesurer par approximation la hauteur des montagnes au moyen du pendule.

Enfin, dans un dernier article, on trouve quelques formules relatives à la détermination du nombre de boulets qui entrent dans une pile dont la base a la forme d'un hexagone régulier.

C. S.

Digitized by Google

8. Recherches de géométrie pure sur les lignes et les surfaces du second degré; par M. Chasles. Paris; Bachelier.

Ce mémoire fera partie du Tome cinquième des Mémoires de Bruxelles, qui ne tardera pas à paraître. Voici l'analyse que l'auteur en a donnée dans le n° 2 du Tome V de la *Correspondance mathématique.*

Ire partie. — *Transformations polaires d'une conique et d'un cône du second degré.*

On est conduit dans cette première partie du mémoire à la propriété générale suivante des cônes du second degré :

Dans tout cône du second degré il existe deux droites fixes passant par son sommet, telles que tout plan perpendiculaire à l'une d'elles, coupe le cône suivant une conique dont un des foyers est le point où le plan rencontre cette droite. Ces deux droites sont appelées *lignes focales* du cône. Elles jouissent de plusieurs propriétés remarquables qui se trouvent exposées dans la seconde partie du mémoire, comme conséquences de certaines propriétés des surfaces du second degré de révolution.

Parmi les principes généraux des transformations polaires d'un cône du second degré et d'une conique, on remarque le suivant, dont plusieurs des autres sont des conséquences :

La surface polaire d'une conique, par rapport à une sphère, est un cône dont les sections circulaires sont dans des plans perpendiculaires respectivement aux deux lignes focales du cône qui a pour base la conique et pour sommet le centre de la sphère; et dont les lignes focales sont perpendiculaires aux plans des sections circulaires de ce second cône.

IIe partie. — *Propriétés générales des surfaces du second degré de révolution.*

Cette 2e partie du mémoire est divisée en 8 paragraphes.

Dans le premier paragraphe intitulé : *Préliminaires*, on établit que la surface polaire d'une sphère, par rapport à une seconde sphère, est une surface de révolution dont un des foyers est au centre de la seconde sphère.

On donne la construction du plan directeur de cette surface de révolution, de son centre et de son cône asymptotique; et la discussion des différentes formes que peut prendre la surface.

Le second paragraphe intitulé : *Rayons vecteurs et plans*

*vecteurs menés d'un foyer de la surface*, contient dix théorèmes différens qui sont des conséquences immédiates des propriétés les plus simples de la sphère ; ils sont tous faciles à exprimer ; nous ne citerons que celui-ci :

Les rayons vecteurs menés d'un foyer aux extrémités d'une corde d'une surface de révolution, sont également inclinés sur le rayon vecteur mené au point où cette corde rencontre le plan directeur.

Le troisième paragraphe, intitulé : *Propriétés de deux droites polaires réciproques par rapport à une surface de révolution*, contient six théorèmes, dont le principal est celui-ci :

Deux droites quelconques, polaires réciproques par rapport à une surface du second degré de révolution, étant vues d'un foyer de la surface, paraissent se couper à angle droit.

Le paragraphe 4°, intitulé : *Cônes circonscrits à une surface de révolution*, contient onze théorèmes, parmi lesquels on distingue les suivans :

Un cône étant circonscrit à une surface de révolution, tous les plans menés par la droite d'intersection du plan de la courbe de contact et du plan directeur de la surface, coupent ce cône suivant des coniques qui, étant vues du foyer correspondant au plan directeur, semblent être des cercles concentriques ; le centre commun de ces cercles est sur le rayon visuel mené au sommet du cône circonscrit.

Ce théorème comprend ces deux-ci : Tout cône circonscrit à une surface de révolution coupe le plan directeur, suivant une conique qui, étant vue d'un foyer, paraît être un cercle ayant son centre sur le rayon visuel mené au sommet du cône. Toute courbe plane tracée sur une surface de révolution, étant vue d'un foyer de la surface, paraît être un cercle dont le centre est sur le rayon visuel mené au sommet du cône circonscrit à la surface, suivant cette courbe.

On conclut de là que : Toute courbe plane tracée sur un paraboloïde de révolution se projette orthogonalement sur un plan perpendiculaire à l'axe de révolution, suivant un cercle qui a pour centre la projection du sommet du cône circonscrit au paraboloïde, suivant cette courbe.

On fait voir que ce théorème n'est qu'une conséquence d'une propriété générale des paraboloïdes, qui elle-même est un cas

Digitized by Google

particulier d'un théorème général sur les projections stéréographiques, inséré dans la *Correspondance Mathématique et Physique* de M. *Quételet,* 5^e^ n° du IV^e^ vol.

Voici cette propriété des paraboloïdes :

Si plusieurs surfaces du second degré sont inscrites ou circonscrites à un paraboloïde quelconque, tous les cylindres circonscrits à ces surfaces ayant leurs arêtes parallèles à l'axe du paraboloïde sont semblables entre eux, et leurs axes passent respectivement par les sommets des cônes circonscrits au paraboloïde, suivant ses courbes de contact avec les différentes surfaces.

Deux cônes circonscrits à une surface de révolution se coupent suivant deux courbes planes qui, étant vues d'un foyer, paraissent se couper à angles droits.

Si par deux sections planes d'une surface de révolution on fait passer deux cônes, les droites qui joindront un point d'intersection des deux courbes aux sommets des deux cônes, étant vues d'un foyer, sembleront être à angle droit.

Le cinquième paragraphe, intitulé : *Lignes focales des cônes circonscrits à une surface de révolution; intersection de deux cônes circonscrits*, contient onze théorèmes qui ont pour base la propriété des lignes focales d'un cône du second degré, démontrée dans la première partie du mémoire.

Voici quelques-uns de ces théorèmes :

Les deux droites menées du sommet d'un cône circonscrit à une surface de révolution aux deux foyers, sont les lignes focales de ce cône.

Tout plan mené par le foyer d'une surface de révolution la coupe suivant une conique qui a pour foyer celui de la surface, et pour directrice l'intersection du plan directeur de la surface par le plan de la courbe.

D'où l'on conclut que :

Dans toute section plane d'un cône droit, la somme ou la différence des distances du sommet du cône et d'un foyer de la courbe à un point quelconque de cette conique est constante, théorème qui fait partie d'un beau mémoire de M. *Quetelet,* sur les sections planes d'un cône droit.

Dans un cône du second degré on peut inscrire une infinité



Digitized by Google

de surfaces de révolution du second degré; leurs foyers sont tous sur les deux lignes focales du cône.

Dans chaque nappe d'un cône du second degré on peut inscrire deux paraboloïdes de révolution; leurs axes sont parallèles aux deux lignes focales du cône.

Quand deux cônes sont circonscrits à une surface de révolution, le cône qui a pour base une de leurs courbes d'intersection et pour sommet un foyer de la surface, a pour lignes focales les deux droites menées de ce foyer aux sommets des deux cônes.

Ce théorème donne lieu à plusieurs corollaires.

Le sixième paragraphe, intitulé : *Propriétés relatives aux deux foyers d'une surface de révolution considérés simultanément ; et propriétés générales des cônes du second degré*, contient vingt-quatre théorèmes, parmi lesquels on distingue les suivans :

Deux plans menés respectivement par les deux foyers d'une surface de révolution et par une même tangente à la surface, font des angles égaux avec le plan tangent conduit par le point de contact de la tangente.

Si par les deux foyers d'une surface de révolution, on mène deux plans vecteurs passant par la droite d'intersection de deux plans tangens à la surface, ces deux plans vecteurs feront respectivement avec les deux plans tangens des angles égaux.

Si autour d'un point pris arbitrairement, on fait tourner une droite constamment tangente à une surface de révolution, la somme ou la différence des angles qu'elle fera avec les deux droites fixes, menées de ce point aux deux foyers de la surface, sera constante.

Les pieds des perpendiculaires abaissées d'un foyer d'une surface de révolution, sur les plans tangens à un cône circonscrit à la surface, sont un cercle.

La perpendiculaire abaissée du sommet du cône sur le plan de ce cercle, passe par le second foyer de la surface.

Si deux surfaces de révolution ellipsoïde et hyperboloïde à deux nappes ont mêmes foyers, de quelque point de l'espace qu'on les considère, leurs contours apparens paraîtront toujours se couper à angles droits.

D'où il résulte que :

Digitized by Google

Un ellipsoïde et un hyperboloïde de révolution qui ont mêmes foyers, peuvent être regardés comme les deux nappes de la surface, lieu des centres de courbure d'une certaine surface inconnue.

Les lignes de courbures sphériques de cette surface inconnue sont les développantes du cercle.

Les mêmes propriétés ont lieu à l'égard de deux paraboloïdes de révolution autour du même axe, qui ont même foyer et dont les sommets sont situés de part et d'autre de ce foyer.

Les théorèmes de ce paragraphe relatifs aux surfaces de révolution, donnent lieu à des propriétés générales des cônes du second degré. Ainsi :

Dans tout cône du second degré, les plans menés respectivement par les deux lignes focales et par une même arête, font des angles égaux avec le plan tangent au cône suivant cette arête.

Dans tout cône du second degré, deux plans menés par les deux lignes focales, et se coupant suivant la droite d'intersection de deux plans tangens au cône, font respectivement avec ces deux plans tangens des angles égaux.

La somme ou la différence des angles que chaque arête d'un cône du second degré fait avec les deux lignes focales, est constante.

Les pieds des perpendiculaires abaissées d'un point d'une ligne focale d'un cône du second degré sur ses plans tangens, sont un cercle situé dans un plan perpendiculaire à la seconde ligne focale du cône.

Dans tout cône du second degré, le produit des sinus des angles que chaque plan tangent fait avec les deux lignes focales, est constant.

Le septième paragraphe, intitulé : *Problèmes sur les surfaces de révolution ; propriétés générales des tétraèdres*, contient quelques problèmes et huit propriétés générales des tétraèdres, dont voici quelques-unes :

Si par un point fixe O, on mène un plan passant par chaque arête d'un tétraèdre, puis par cette arête un second plan faisant avec une des faces du tétraèdre, qui se coupent suivant cette arête, un angle égal à celui que le premier plan fait avec l'autre



Digitized by Google

face, les six plans ainsi menés par les six arêtes respectivement, se couperont en un même point O';

Les pieds des perpendiculaires abaissées des deux points O, O' sur les quatre faces du tétraèdre, seront huit points situés sur une même sphère, ayant son centre au milieu des deux points O, O'.

Si le point O se meut sur un plan, le point O' aura pour lieu géométrique une surface du troisième degré.

Si d'un point pris arbitrairement dans l'espace, on abaisse des perpendiculaires sur les quatre faces d'un tétraèdre, puis, que de chaque sommet on mène une perpendiculaire sur le plan déterminé par les pieds des perpendiculaires aux trois faces qui passent par ce sommet, ces quatre nouvelles perpendiculaires passeront par un même point.

Tous les paraboloïdes de révolution tangens aux quatre faces d'un tétraèdre, ont leurs foyers situés sur une surface du troisième degré.

D'où l'on conclut que :

Le point de l'espace qui jouit de la propriété, que les pieds des perpendiculaires abaissées de ce point sur les quatre faces d'un tétraèdre, soient dans un même plan, a pour lieu géométrique une surface du troisième degré.

Le paragraphe 8, intitulé : *Surfaces de révolution ayant un foyer commun; nouvelle manière de démontrer les propriétés des surfaces de révolution*, contient douze propositions dont plusieurs sont relatives aux propriétés de deux surfaces de révolution qui ont un foyer commun; on fait voir que ce foyer est toujours un centre d'homologie des deux surfaces. D'après cela, si une sphère a pour centre le foyer d'une surface de révolution, ce point est le centre d'homologie de ces deux surfaces. Ce théorème offre une seconde méthode facile pour démontrer les propriétés des surfaces de révolution; quelques propositions démontrées par ce moyen prouvent combien il offre de ressources.

Ce paragraphe est terminé par une note où se trouve cette proposition :

Deux coniques dont chacune est le lieu des foyers de l'autre, étant vues d'un point quelconque de l'espace, paraissent toujours se couper à angles droits.

Digitized by Google

III^e PARTIE. — *Quelques propriétés générales des surfaces du second degré, et particulièrement des surfaces coniques; et construction des directions des lignes de courbure des surfaces du second degré.*

Cette troisième partie est divisée en deux paragraphes.

Dans le premier, on donne plusieurs propriétés des surfaces du second degré, dont il a été fait usage dans la seconde partie du mémoire. Nous citerons les suivantes :

Quand on fait passer deux cônes par deux sections planes d'une surface du second degré, le plan polaire du sommet de l'un de ces cônes, par rapport à la surface, passe par le sommet de l'autre cône et par la droite d'intersection des plans des deux courbes.

Quand par deux sections planes d'une surface du second degré qui se coupent en un point, on fait passer deux cônes, les droites qui vont de ce point aux sommets des cônes, sont deux tangentes conjuguées de la surface.

Deux cônes circonscrits à une surface du second degré, se coupent suivant deux courbes planes dont les plans sont respectivement les plans polaires des sommets des deux cônes, qu'on peut faire passer par les courbes de contact des cônes circonscrits.

Quand deux cônes sont circonscrits à une surface du second degré, si leurs courbes d'intersection se coupent, les tangentes à ces courbes en un de leurs points d'intersection, sont deux tangentes conjuguées de la surface.

Deux cercles étant tracés sur un cône du second degré, toute arête du cône fait des angles égaux avec les deux cercles.

Le second paragraphe, intitulé : *Construction des directions des lignes de courbure d'une surface du second degré*, contient dix théorèmes, dont voici les plus importans :

Les tangentes aux lignes de courbure d'une surface du second degré en un point, sont les arêtes des deux cônes qu'on peut faire passer par les deux cercles menés sur la surface par ce point.

Les tangentes aux lignes de courbure d'une surface du second degré en un point quelconque, divisent en deux également l'angle et le supplément de l'angle des tangentes aux deux sections circulaires de la surface menée par ce point.

Digitized by Google

C'est ce théorème qui donne la construction des directions des lignes de courbure d'une surface du second degré.

Les sections normales faites en un point d'une surface du second degré, suivant les tangentes aux deux sections circulaires menées par ce point, ont des rayons de courbure égaux.

Les tangentes aux deux sections circulaires d'un hyperboloïde à une nappe, menées par un point, font respectivement avec les deux génératrices de l'hyperboloïde, qui passent par ce point, des angles égaux.

Dans tout hyperboloïde à une nappe, le produit des sinus des angles que chaque génératrice fait avec les plans des sections circulaires est constant.

Tout plan mené par deux arêtes d'un cône du second degré, coupe les deux plans fixes auxquels sont parallèles les plans des sections circulaires du cône, suivant deux droites qui font respectivement avec les deux arêtes des angles égaux.

Tout plan tangent à un cône du second degré, fait avec les plans des sections circulaires deux angles, dont la somme ou la différence est constante.

Chaque arête d'un cône du second degré, fait avec les plans des sections circulaires, des angles, dont le produit des sinus est constant.

L'enveloppe des bases de tous les triangles sphériques qui ont l'angle au sommet commun et même surface, est une *conique sphérique.*

## ASTRONOMIE.

9. MÉMOIRE SUR LA COMÈTE PÉRIODIQUE de 6 ans $\frac{1}{2}$ ; par M. DAMOISEAU. ( *Mém. de l'Institut, Acad. roy. des sciences;* Tome VIII, p. 215-220).

Cette comète fut découverte par M. Biéla, le 27 février 1826, à Josephstadt en Bohême, et par M. Gambart, à Marseille, le 9 mars. Elle fut ensuite observée, depuis le 10 mars, à Gottingue, par M. Harding; à Altona, par M. Clausen, et successivement dans presque tous les observatoires de l'Europe, et

Digitized by Google

disparut vers le commencement de mai. On entrevit, par le calcul des orbites paraboliques, que les élémens de la nouvelle comète, avaient une grande ressemblance avec ceux des comètes de 1772 et 1806. MM. Clausen et Gambart, après quelques essais, ont trouvé, chacun séparément, une ellipse qui représente les observations assez exactement pour ne laisser aucun doute sur l'identité de ces 3 comètes.

M. Damoiseau a rapporté dans son mémoire les élémens de ces ellipses calculés par ces deux astronomes. Il a déterminé les perturbations que la comète a éprouvées et doit éprouver par l'action de différentes planètes, et en partant des élemens de M. Gambart, il a obtenu les élémens suivans pour 1832 :

Passage au périhélie en 1832, novembre 27,4808 temps moyen au méridien de Paris, compté de minuit,

| | |
|---|---|
| Longitude du périhélie...... | 109°.56'.45" |
| Longitude du nœud ascendant. | 248.12.24 |
| Inclinaison............... | 13.13.13 |
| Excentricité.... | 0,7517481 |
| Demi-grand axe. | 3,53683 |

Il y a joint une éphéméride pour faciliter la recherche de la comète lors de sa réapparition. C. S.

10. Sur la manière de réduire les distances apparentes de la lune en distances réelles; par l'académicien Schubert. (*Zapisski izdavaïémouya gossoudarstvennimme admiraltéïskimme départamentomme.* — Mémoires publiés par le département impérial de l'Amirauté; Tom. XI, p. 1-42. St.-Pétersbourg, 1826.)

Le passage d'une planète sur le soleil, ou l'interception d'une étoile fixe par la lune, sont des phénomènes qui donnent avec la plus grande exactitude la longitude du lieu où ils sont observés. Ce moyen de détermination n'est malheureusement ni si utile ni si commode sur mer que sur terre, par un grand nombre de raisons :

1° Ces phénomènes sont très-rares, et ne permettent qu'une ou deux observations, l'*entrée* et la *sortie ;* tandis qu'il faut aux navigateurs des phénomènes qui se renouvellent à chaque instant, et dont l'observation, se répétant un grand nombre de fois, puisse amener le résultat le plus exact.

Digitized by Google

2° Le mouvement du vaisseau empêche d'observer les entrées et les sorties avec toute l'exactitude voulue. Le navigateur se borne ordinairement à employer le sextant à réflection, dont la lunette est trop imparfaite pour observer les interceptions.

3° Le calcul de ces observations est si long et si compliqué que les navigateurs, accablés de plusieurs autres occupatious, ne peuvent l'entreprendre, eussent-ils même toutes les connaissances astronomiques requises pour s'y livrer.

4° Après avoir fait l'observation et le calcul d'une interception, on ne peut cependant rien conclure sur la véritable longitude d'un endroit, puisque l'on n'a pas en même temps les observations faites sur le même phénomène dans un autre lieu, dont la longitude est connue. Le navigateur, ne pouvant recevoir ses observations correspondantes avant la fin de son voyage, et se trouvant dans la nécessité de connaître la longitude de son vaisseau immédiatement après l'observation, il est évident que les passages des planètes sur le soleil, les interceptions des étoiles par la lune, et les éclipses de soleil et de lune, ne présentent aucun avantage à la navigation, malgré toute l'utilité dont elles sont pour la géographie.

Le navigateur se borne donc aux éclipses des satellites de Jupiter, aux chronomètres et aux distances de la lune. Les observations des premières, ne donnant que peu d'exactitude, ne sont presque plus employées dans la navigation. Les chronomètres sont un moyen beaucoup plus simple, lorsque la marche en est régulière, ou bien lorsque le navigateur est pourvu d'un grand nombre de montres dont il peut corriger les erreurs en prenant un juste milieu entre elles. Mais la marche des meilleures montres ou pendules devant être de temps en temps vérifiée par les observations astronomiques, et le navigateur ne pouvant, dans un voyage de long cours, s'en rapporter uniquement aux chronomètres, il est presque toujours forcé de recourir aux distances de la lune, qui, toutes, se trouvent calculées dans l'*Almanach de la marine.* Ces observations qui lui indiquent la longitude de quart d'heure en quart d'heure, il peut les faire tous les jours et à toute heure, à l'exception de cinq ou six jours vers l'époque de la nouvelle lune. Mais comme chaque observation peut se trouver défectueuse, le navigateur ne doit pas se borner à une seule ; il doit la réitérer autant de

Digitized by Google

fois que le temps et les circonstances le permettent, afin d'en obtenir le résultat moyen le plus certain. Pour arriver à ce but, et calculer le plus grand nombre possible de distances lunaires, il est nécessaire qu'il emploie un calcul dont la simplicité paraît s'allier à la plus grande exactitude. Ce moyen a été trouvé par M. Horner, célèbre astronome qui a fait le voyage autour du monde avec M. Krusenstern, et voici, d'après M. Schubert, les avantages qu'il présente sur les autres, sous le rapport de l'exactitude.

Lorsqu'on a pris une distance de la lune au soleil, ou à une étoile quelconque, il est nécessaire de réduire cette distance *apparente* en la distance *réelle*, qui, dans le même moment, aurait été prise du centre de la terre. Cette opération, connue sous le nom de réduction, dépendant de la réfraction et de la parallaxe, suppose déjà connues les élévations des deux corps célestes, d'où dépendent les réfractions et les parallaxes. Il faut donc, en même temps, outre les distances, observer aussi les élévations, ce qui amène à résoudre le problème suivant : *d'après la distance connue de deux astres, et leurs élévations apparentes ou variables par la réfraction et la parallaxe, trouver la distance véritable, c. à d. l'affranchir de toute influence de réfraction et de parallaxe.* De tous les moyens tendant à résoudre cette question de la manière dont elle vient d'être posée, le plus connu, comme aussi le plus simple et le plus exact, est celui de Bordié; ses formules se calculent facilement d'après les logarithmes, et il ne se trouve presque jamais plus d'une seconde d'erreur. Avec un peu de pratique, il est aisé de terminer cette opération en dix minutes; et tout navigateur tant soit peu familiarisé avec les formules trigonométriques, fera toujours mieux de suivre la méthode de Bordié que d'avoir recours aux tables qui ont été composées pour éviter du travail aux marins, et leur épargner la fatigue des calculs trigonométriques.

L'autre moyen consiste à calculer, au lieu de la distance réelle même, les différences entr'elle et la distance apparente, ou bien la rectification qu'il appartient de faire de cette dernière, pour la réduire ensuite en distance réelle. Comme cette rectification n'entraîne pas un long travail, et que la différence se trouve toujours fort peu considérable, il est sans doute beaucoup plus certain de chercher cette petite différence que de calculer la

Digitized by Google

distance elle-même qui, dans certains cas, peut être la même que la distance apparente. Cependant l'expression de cette rectification étant une progression composée d'un grand nombre de membres assez compliqués, on s'est contenté d'en calculer la partie principale, et d'en exposer les résultats dans des tables particulières. Ces tables ne peuvent donc fournir la grandeur exacte, et elles donneront même naissance à de graves erreurs, si les membres de progression omis sont considérables. M. Horner a suivi cette dernière méthode; mais il a établi ses formules de manière que, dans tous les cas possibles, l'erreur est presqu'imperceptible. Il présente d'abord des tables pour affranchir les distances de l'influence de la réfraction. Avec la distance ainsi rectifiée, il a recours à d'autres tables qui présentent les données nécessaires pour calculer, au moyen de la formule trigonométrique, la rectification dépendante de la parallaxe. Ces deux rectifications prises ensemble, donnent la pleine rectification de la distance. A. J.

## PHYSIQUE.

11. Extrait d'un mémoire sur la diffraction de la lumière; par M. de Haldat. (*Annales de Chimie*; août 1829, p. 424.)

Les phénomènes de la diffraction, dont l'examen a fourni dans ces derniers temps des argumens si puissans contre l'hypothèse de Newton, et ramené les physiciens vers l'opinion de Descartes, ont semblé à M. de Haldat n'avoir pas été suffisamment discutés relativement aux circonstances qui peuvent les modifier et en éclaircir la cause. C'est sous ce point de vue qu'il a tenté un grand nombre d'expériences, dans lesquelles les corps qui produisent la diffraction, et qu'il nomme *diffringens*, ont été soumis à l'action des agens les plus propres à les modifier; et comme la force attractive est la propriété de laquelle les Newtoniens ont fait dépendre la diffraction, il a mis en jeu dans ses expériences tous les agens les plus capables de l'altérer. Après s'être assuré que, comme l'avaient annoncé plusieurs expérimentateurs, ce phénomène n'était modifié ni par la densité

Digitized by Google

ni par la nature chimique du corps, l'auteur a tourné ses vues vers les plus grands pouvoirs de la nature : le calorique, l'électricité, le magnétisme, les courans électro-chimiques, enfin l'affinité chimique, si puissante pour modifier la force attractive, ont été successivement et par fois même concurremment employés à modifier l'état des corps pendant qu'ils exerçaient sur les rayons lumineux l'influence par laquelle est produite la diffraction, sans que les phénomènes qui la caractérisent aient éprouvé aucune altération sensible. Ainsi, des fils métalliques, des lames diffringentes de fer, de cuivre, d'argent, ont été chauffés jusqu'au rouge blanc, et refroidis jusqu'à 10°, sans que les bandes colorées, produites par leur action sur les rayons lumineux, aient présenté de différence appréciable avec celles que produisent les mêmes corps à la température moyenne de l'atmosphère. Des fils, ou des lames diffringentes ont été parcourus par des courans de l'électricité ordinaire, par de violentes décharges de batteries puissantes, par des courans électro-chimiques assez énergiques pour les rougir et les fondre. On a employé des courans mus dans la même direction ou dans des directions opposées. On a reçu le trait de lumière sur les biseaux de lames diffringentes, dont on avait armé un aimant très-puissant, sans que les phénomènes aient éprouvé aucune altération sensible. Les traits de lumière ont même été, avant leur arrivée sur les lames ou les fils diffringens, traversés par des traits de flamme très-vifs, par des écoulemens ou des décharges électriques puissantes, sans qu'aucun changement se soit manifesté dans les franges et les autres phénomènes de la diffraction. Les bandes obscures, dans l'ombre des fils déliés, ont été de même invariables pour leur intensité et leur dimension.

D'après ces expériences, M. de Haldat pense que l'explication de la diffraction fondée sur l'influence de la force attractive, ou l'existence de certaines atmosphères autrefois attribuées aux corps, ne peut obtenir l'assentiment des savans, lorsque cette force attractive et ces atmosphères, soumises à l'action d'agens si propres à les altérer, n'ont produit aucun changement dans les phénomènes qu'on leur attribue. Ces faits, sans doute, n'établissent pas directement le système des ondulations ; mais tous y conduisent en ruinant la seule explication qu'on pourrait lui opposer. L'auteur, au reste, ne se dissimule

pas que les mêmes expériences soulèvent de nouveaux doutes, et se demande comment il se fait que les ondulations qui doivent être si régulières, ne soient pas troublées par des courans, dont les élémens semblent devoir rencontrer dans leur marche ceux du fluide qui les forme ? et dont la vîtesse, si supérieure à toutes celles produites par les actions mécaniques, semble devoir produire un choc si violent entre les élémens de ces fluides divers. Ce sont de nouvelles questions auxquelles la science ne pourrait satisfaire que par de nouvelles hypothèses.

12. Sur le magnétisme par rotation; par M. de Haldat. (*Ibid.*, Tom. XXXIX, p. 232, nov. 1828).

Le magnétisme par rotation, dont l'invention récente est due à M. Arago, a été le sujet de recherches dans lesquelles M. de Haldat s'est proposé de remonter à la cause de ces phénomènes remarquables, encore incertaine après les tentatives nombreuses qui ont été faites pour établir une théorie exempte de difficultés.

Les disques métalliques entraînent dans leur mouvement de rotation les aiguilles magnétiques suspendues librement à une petite distance de leur surface, et de même les aimans entraînent les disques de cuivre suspendus de la même manière; la vitesse de la rotation, la distance entre les aimans et les disques, la continuité entre les parties des disques, sont des conditions qui influent puissamment sur les phénomènes; enfin l'interposition des corps solides, même très-durs, ne met aucun obstacle aux influences réciproques des disques sur les aimans, ou des aimans sur les disques : tels sont les phénomènes fondamentaux qui caractérisent le magnétisme par rotation, par mouvement. Comme les aimans n'obéissent sensiblement qu'à l'influence des corps magnétiques ou magnétisés, on a dû naturellement conclure que les disques métalliques en mouvement, agissant sur eux, acquéraient la vertu magnétique. Mais quelle est la source de ce magnétisme? le doivent-ils à l'influence des aimans suspendus près de leur surface, ou l'acquièrent-ils simplement par la rotation? Telle a été la première question examinée par M. de Haldat; il en a cherché la solution dans l'examen de l'influence des corps faiblement magnétisés sur les disques en mouvement. Le défaut d'influence des aiguilles de

Digitized by Google

fer doux non aimantées sur les disques, déjà constaté par M. Gay-Lussac, n'est pas le seul argument qui lui ait fait adopter l'opinion que l'action des disques sur les aimans dépend de la vertu magnétique de ceux-ci ; mais s'étant assuré que l'influence des disques diminue à mesure que décroît la force magnétique des aiguilles, et disparaît avec elle, il n'a pu trouver la source de la vertu magnétique des aiguilles, sur quoi il a établi cette règle : *Toute aiguille dont le magnétisme est assez énergique pour lui donner la force directrice, obéit à l'action des disques rotateurs, et cesse d'obéir dès que la force est réduite à zéro.*

Pour confirmer cette opinion sur la source du magnétisme des disques, M. de Haldat a examiné la question sous un autre point de vue. Comme il est prouvé que tous les corps qui jouissent de la vertu magnétique la communiquent, il a soumis à l'action des disques en mouvement des aiguilles propres à être aimantées et placées dans les circonstances les plus favorables au développement du magnétisme ; et, comme dans aucune expérience elles n'en ont pas présenté la plus faible trace, il a dû conclure que les disques en mouvement, ne communiquant point le magnétisme, ne l'acquièrent pas par la simple rotation, et que, comme ils ne le possèdent qu'en présence des aimans, ils le doivent nécessairement à leur influence.

La discussion de cette question importante l'a engagé dans des recherches nombreuses sur la communication de la vertu magnétique, mais dirigées dans un sens tout-à-fait opposé à celles qui ont été faites jusqu'alors sur l'aimantation ; car, tandis que les physiciens se sont efforcés de trouver les moyens de développer dans les corps la vertu magnétique dans sa plus grande énergie, M. de Haldat a cherché ceux de la réduire au minimum ; ou plutôt il s'est demandé si les aimans les plus faibles peuvent encore exciter la vertu magnétique. Les faits qui le prouvent ont amené cette conséquence : *La vertu magnétique est nulle dans les disques en mouvement hors de l'influence des aimans, puisqu'ils ne communiquent pas cette vertu, même au plus faible degré.*

Il restait à examiner jusqu'à quel point la disposition à recevoir et à conserver le magnétisme, que l'on nomme faculté coërcitive, pourrait influer sur les phénomènes du magnétisme par rotation. L'auteur a successivement essayé des dis-

Digitized by Google

ques de fer doux, de fer écroui, d'acier recuit et d'acier trempé, et a trouvé que le fer doux, dans lequel la vertu coërcitive est la plus faible, entraîne les aimans avec la plus grande énergie, et qu'au contraire l'acier, qui possède la vertu coërcitive au plus haut degré, est absolument impuissant pour les entraîner; d'où il faut conclure que *les disques les plus puissans sont ceux dont la substance reçoit le plus facilement le magnétisme et le conserve avec le moins d'énergie.* C'est en examinant les conditions de la faculté coërcitive du fer et de l'acier que l'auteur a été conduit à *tracer sur les lames de ce métal des figures magnétiques analogues aux figures électriques de Lichtemberg.*

La seconde partie de ce mémoire est consacrée à la discussion des conditions du magnétisme par rotation. L'auteur a examiné d'abord l'influence de la masse, et a trouvé que cette condition, que les oscillations des aiguilles peuvent seules faire apprécier avec exactitude, explorée par la rotation des disques de cuivre, ne peut être réduite à une simple influence de surface.

La distance à laquelle agissent les disques rotateurs, qui n'a été examinée que relativement aux moyens de l'accroître au-delà des limites ordinaires, lui parut susceptible d'être augmentée par le choix des disques, par l'augmentation du magnétisme de l'aiguille, la diminution de sa masse et la neutralisation de l'influence de la terre. Ayant égard à toutes ces conditions, il a rendu sensible l'influence du magnétisme de rotation à la distance de 4 centimètres.

Les observations de l'auteur, relativement à la vitesse des disques, ne s'accordent pas avec celles de tous les physiciens; il a prouvé qu'au-delà d'une certaine vitesse, qui varie avec la distance et la nature des disques, tout accroissement dans la vitesse de rotation est inutile. Mais ce que ses observations ont de plus particulier, c'est que la rotation, considérée comme l'unique moyen d'entraîner les aiguilles et de leur communiquer un mouvement gyratoire, n'est cependant pas le procédé le plus efficace; que le mouvement de va-et-vient, communiqué aux disques avec la précaution de suivre exactement la direction des oscillations de l'aiguille, produit cet effet avec beaucoup plus d'énergie. Sur ce fait repose la méthode la plus avantageuse pour reconnaître l'influence comparative des diverses

Digitized by Google

substances sur les aimans ; méthode qui consiste à faire osciller les disques sous les aiguilles à une même distance, observer l'amplitude des oscillations communiquées à l'aiguille par chaque oscillation du disque, et déterminer, lorsque les substances ont peu d'action sur les aiguilles, l'augmentation dans les oscillations qu'on lui communique d'abord.

Le dernier article de ce mémoire, le plus étendu de tous, traite de la disposition des aiguilles relativement au plan des disques. M. de Haldat les leur a présentées parallèlement, perpendiculairement et obliquement ; il a rendu les disques verticaux et les aiguilles horizontales; il en a présenté plusieurs à la fois, en les fixant à un levier commun, suspendu à un lacs de soie très-mince ; il a combiné entre elles ces aiguilles de toutes les manières possibles, soit en faisant concourir les pôles du même nom, en les opposant entre eux, dans un même plan ou dans des plans différens. Mais quelle que soit la direction des aiguilles, et par conséquent des courans magnétiques, relativement au plan des disques et à sa direction, les aiguilles ont été entraînées par la rotation des disques ; d'où il semble résulter que le fluide entraîné par les disques choque toujours celui que les aiguilles font mouvoir, quelle que soit sa direction. Ce mémoire est terminé par quelques essais sur l'influence du calorique sur les phénomènes du magnétisme par rotation, que l'on voit subsister lorsque les disques sont rouge obscur.

13. Du pouvoir thermo-électrique des métaux ; par M. Becquerel. (*Annal. de Chimie et Phys.* ; août 1829, p. 353.)

Comme dans l'état actuel de la science il est bien difficile de se décider sur la nature de la châleur et du fluide électrique, considérés comme provenant du même principe, M. Becquerel pense que l'on doit rechercher avec soin tous les rapports qui existent entr'eux ; les recherches qui forment ce Mémoire sont faites dans ce but.

M. B. pose d'abord le principe suivant : quand un fil de métal ou une suite $a, a', a'', a'''$, etc., de molécules métalliques, liées entr'elles par la force d'agrégation, est en contact par une de ses extrémités avec une source de chaleur $b$, à l'instant où la chaleur se propage, cette extrémité devient positive et l'électricité

Digitized by Google

négative est chassée dans tous les sens : $a'$ recevant de la chaleur de $a'$ et $a''$, etc., la seconde molécule prend à la première de l'électricité positive et lui en communique de négative : les deux électricités qui entourent chaque molécule, se recombinent, et il se forme une suite de décomposition et recomposition de fluide neutre, et alors le fil ou le système ne manifestera aucune électricité libre tant qu'il sera isolé, ou seulement un faible excès d'électricité négative; mais si on enlève une des électricités, on pourra recueillir l'autre avec un condensateur.

Voici la manière de vérifier ce fait :

On introduit un fil de platine dans un tube de verre fermé à la lampe à une extrémité, et l'on fait communiquer le bout libre avec un condensateur, en évitant le contact des métaux hétérogènes : en chauffant au rouge la partie fermée du tube on n'obtient aucun effet électrique; mais en enroulant au bout fermé du tube un fil de platine dont une extrémité communique avec le sol et que l'on chauffe fortement ce bout, de manière à le faire rougir, le fil de platine de l'intérieur du tube acquiert un assez fort excès d'électricité positive.

M. B. a vérifié avec l'appareil de M. Rousseau que le verre chauffé à 90° ou 80° et même au-dessous, devient conducteur, même pour de petites tensions.

L'effet obtenu ne peut être attribué à une des électricités dégagées pendant la combustion, car le résultat est le même quand le tube ayant été rougi on le retire du foyer, et qu'on prend dans les doigts l'extrémité libre du fil de platine.

Si on prend un circuit fermé composé d'un fil de platine dont les bouts sont soudés avec soin, en élevant la température d'une partie, il ne se manifeste aucun effet; mais si l'on fait un nœud et que l'on chauffe à peu de distance, il se produit un courant dont l'électricité positive va à gauche du nœud.

M. B. s'occupe ensuite de la cause des courans thermo-électriques dans les circuits formés de métaux différens.

Dans un circuit fermé, composé de deux fils, l'un de fer et l'autre de cuivre, soudés, on obtient un courant en chauffant une des soudures et maintenant l'autre à une température constante, et le même effet se présente en chauffant les parties adjacentes, et le courant va dans le même sens, que ce soit le cuivre ou le fer que l'on chauffe. M. B. pense que le rayonne-

Digitized by Google

ment de la chaleur du cuivre au fer et du fer au cuivre aux points de contact, est une des causes qui agissent avec le plus d'efficacité pour produire le courant, et l'on prouve que l'effet n'est pas dû à une action chimique en opérant dans une cloche remplie d'hydrogène sec.

En soumettant donc deux points de divers circuits à 0° d'une part, et à 10, 20,30 et 40° d'autre part, on observe que l'intensité du courant électrique croît en raison de la température.

En formant un circuit de tous les métaux dont il voulait déterminer le pouvoir thermo-électrique et maintenant à zéro toutes les soudures, une seule exceptée, M. B. a trouvé que pour une température donnée, de 20° par exemple, chaque métal acquiert une puissance thermo-électrique, telle que l'intensité du courant obtenu par l'élévation de température de l'une des soudures est égale à la différence des quantités qui représentent chacune des actions.

M. B. pense que l'on peut tirer du fait qu'il a observé des conjectures relatives à l'électricité atmosphérique.

Par un temps calme, l'état électrique de l'atmosphère n'est pas troublé; mais si un courant d'air refroidit une partie, elle prendra l'électricité négative et l'autre l'électricité positive, et comme en raison de la vitesse du courant d'air, les molécules conserveront une partie de l'électricité développée, si les parties refroidies renferment des vapeurs aqueuses, elles formeront, en se condensant, un nuage chargé d'électricité positive.

G. de C.

14. Verhandeling over het Waterpassen, etc. — Traité de l'emploi du baromètre pour mesurer les hauteurs; par G. A. Van Kerkwyk, lieuten. ingén. In-8°; prix, 7 fr. 61 c. Amsterdam, 1829; Van Cleef.

15. Expédition du capitaine Richard Owen a Bahama et aux côtes entre Carthagène et Yucatan.

Le capitaine Richard Owen a été chargé par l'Amirauté de compléter les relevés des différentes parties des Indes-Occidentales qui n'ont pas été complètement reconnues par les Espagnols et par le dernier intendant de l'Amirauté, M. De Mayne. Le capitaine Owen, on le sait, doit principalement s'occuper

des Bahamas, et des côtes entre Carthagène et Yucatan, examiner plus particulièrement les dangereux rivages de cette dernière place, et déterminer chronométriquement les distances au méridien des principaux points des Indes-Occidentales. Il a reçu à cet effet un supplément des plus excellens instrumens; et l'on n'a épargné aucuns soins pour l'équipement du Blossom. Le capitaine Owen a été spécialement chargé de faire un rapport sur les qualités du quart de cercle et sur la dernière amélioration apportée à cet instrument, dans lequel les verres sont d'une dimension beaucoup plus considérable, afin d'obtenir le plus de lumière possible, en observant en mer la hauteur des étoiles à l'horizon.

Ce capitaine se rendra d'abord aux Barbades, à l'effet de mesurer la distance au méridien entre ces îles et celle de Madère. ( *London litterary Gazette ;* 29 août 1829 ).

16. Expériences faites a Varsovie dans l'hiver de 1829, pour rompre la glace au moyen de la poudre. (*Pamietnik Warszawski ;* avril 1829, p. 85).

Ces expériences, auxquelles on pourra comparer la notice de M. Godefroy Engelmann sur les marrons à briser les glaces, inventés par M. Gluck ( Voy. *Bulletin des sciences technologiques*, 1829, Tom. XII, n$^{os}$ 278 et 279 ), ont été faites par ordre du général Bontemps, directeur du matériel de l'artillerie de Pologne.

La mesure employée dans ces expériences était anglaise.

Les poids sont de Pologne. 2 $\frac{1}{2}$ livres font presqu'exactement un kilogramme.

L'épaisseur de la glace sur la Vistule, près de Varsovie, était presque partout de 26 pouces ; l'eau touchait à la surface intérieure de la glace.

Digitized by Google

| DATE et état de l'atmosphère. | N.° | POIDS des bombes. | ESPÈCE des fougasses. | CHARGE de poudre. | POSITION des fougasses. | ÉPAISSEUR de la glace dans le lieu des expériences. | PROFONDEUR de l'eau dans le lieu des expériences. | RÉSULTATS. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 février 1829. Baromètre, 27 pouces + 11 lignes. Thermomètre, + 2° Réaumur. | 1 | 140 livres. | bombe de 11 pouces | 6 livres | au fond de la Vistule | 21 pouces.. | 12 pieds. | Aucun effet, la corde s'étant rompue. |
| | 2 | Id...... | Id........ .... | Id ... | Id............. | 18 pouces.. | 12 pieds. | Le diamètre de l'entonnoir dans le sens du courant, 18 pieds; dans le sens de la largeur du fleuve, 13 pieds. La glace était crevée à l'entour dans un cercle de 30 toises de diamètre; il y avait 5 cercles concentriques à l'entonnoir, et 15 rayons. |
| | 3 | Id...... | Id............ | Id..... | sur la surface de la glace.......... | 18 pouces.. | 8 pieds. | La glace fut enfoncée sur un cercle de 4 pieds de diam.; la glace était crevée à l'entour dans 1 cercle de 9 toises de diam.; on distinguait 32 ray., mais aucun cer.e concentr. |
| | 4 | Id...... | Id........ .... | Id..... | 13 pouces sous la surface de la glace . | 22 pouces. | 5 pieds. | Diamètre du trou, 6 pieds. La glace gercée sur une étendue de 12 toises de diam., offrait 36 ray. et 2 cerc. concentr.: le 1.er à 2 toises, le second à 12 toises du centre. |
| | 5 | ....... | caisse ayant 2 pieds carrés de base et 1 pied de hauteur. | 60 livres. | sur la surface de la glace............ | 18 pouces.. | 10 pieds. | La glace n'a pas été rompue, mais 2 cercles concentriques se sont formés à sa surface. L'un avait 8 pieds de diamètre et laissait passer l'eau, l'autre avait un diamètre de 5 toises. |
| 5 mars 1829. Baromètre, 27 pouces + 9 lignes. Thermomètre, +3,5. | 6 | 140 livres. | bombe de 11 pouces, | 6 livres. | 3 pieds sous la surface de la glace. . | 18 pouces.. | 12 pieds. | L'entonnoir de la glace a eu 16 pieds de diamètre. La glace a été gercée dans un cercle de 24 toises de diamètre, qui présentait 22 rayons et 4 cercles concentriques |
| | 7 | Id...... | Id........ .... | Id.... | 8 pieds sous la surface de la glace ... | 19 pouces. | 10 pieds. | La glace n'a pas été rompue, mais elle a crevé dans un cercle de 16 toises de diamètre, où il y avait 35 rayons, et 17 cercles concentriques. |
| | 8 | Id..... | Id...... . . . .. | Id.... | au fond de la Vistule............. | 18 pouces.. | 12 pieds | Il n'y a pas eu de trou, mais la glace a été gercée dans un cercle de 14 toises de diamètre, qui offrait 31 rayons et 17 cercles concentriques. |
| | 9 | ......... | caisse de 14 pouces cubes............ | 60 livres. | au fond de la Vistule.. .......... | 15 ½ pouces | 8 pieds. | Le diamètre de l'entonnoir, 48 pieds. Celui de la glace crevée 135 toises; 52 rayons et 15 cercles concentriques. La glace a été lancée en l'air à plus de 50 toises de hauteur. La secousse a été sentie par un remoux momentané des eaux, dans des moulins éloignés de 200 toises du lieu des expériences. |
| 10 mars 1829. Baromètre, 27 pouces. Thermomètre, — 1°,9. | 10 | ......... | un marron....... | 4 livres.. | 2 pieds sous la surface de l'eau...... | 14 ½ pouces | 10 pieds. | Un entonnoir de 21 pieds de diamètre. Rien de plus. |
| | 11 | ...... ... | trois marrons... | chacun 4 livres.... | Id............ | 14 ½ pouces | 12 pieds. | Un seul a pris feu. Il n'y a eu aucun effet visible sur la glace. |
| | 12 | ......... | 20 obus de 10 livres stein. ........... | chacun 1 livre et 10 onces... | Id............ | 15 pouces.. | 9 pieds. | Un seul obus a éclaté et donné un entonnoir de 9 pieds de diamètre. Les autres étant restés trop long-temps dans l'eau, avaient été pénétrés d'humidité. |

Digitized by Google

17. **Expériences sur la force expansive de la glace faites a l'arsenal de Varsovie**, pendant les hivers de 1828 et de 1829. (*Pamietnik Warsz.;* avril et juin 1829, p. 85 et 331).

Les obus employés dans ces expériences étaient prussiens, de 10 liv,, en fer de fonte et concentriques. Leur diamètre était de 6 pouces 8 lignes; le diamètre de l'œil était de 1 pouce 2 lig.; l'epaisseur de la fonte, de 1 pouce et 2 lignes, mesure anglaise.

| N°. | Température de l'air. Réaumur. | Température de l'eau. Réaumur. | Capacité de l'obus. — pouces cub. | Disposition de l'œil de l'obus. | Résultats des expériences. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | — 20° | + 4° | 46,296 | ouvert...... | L'eau gelée sortit par l'œil de l'obus sous la forme d'un cylindre de même diamètre que l'œil. Ce cylindre croissant sans cesse, arriva au bout de 2 heures au maximum de sa hauteur, c'est-à-dire 2 pouces et 2 lignes. L'eau a donc augmenté de 2,31 pouces cubiques, c'est-à-dire de $\frac{1}{20}$ en volume par son passage à l'état solide. |
| 2 | Idem. | Idem. | 48,865 | fermé par un bouchon en bois......... | La glace a chassé le bouchon et a pris sa place. Le volume de l'eau a augmenté de 1,24 pouces cub., c'est-à-dire de $\frac{1}{39}$ |
| 3 | Idem. | Idem. | 51,92 | fermé par un bouchon introduit par force........ | La glace ayant fait sauter le bouchon, est sortie en cylindre de même base que l'œil, et de 1 pouce 7 lignes de hauteur. L'augmentation du volume de l'eau a été de 1,69 pouces cub., environ de $\frac{1}{35}$ |
| 4 | Idem. | Idem. | 50,311 | fermé d'un bouchon en metal, vissé; mais traversé par une ouverture de 3 lignes de diamètre.. | Au bout de sept quarts d'heure l'obus éclata en deux parties inegales; la plus petite a été projetee à 10 pieds, la plus grande à 1 pied de l'endroit où l'obus avait été placé. L'eau n'avait gelé qu'à l'épaisseur de 6 lignes; intérieurement elle était restée liquide |
| 5 | — 23° | + 6° | 44,529 | Idem; mais l'ouverture dans le bouchon avait 6 lignes de diamètre....... | L'obus eclata en deux parties inegales, dont l'une fut projetée à la distance de 4 pieds; l'autre se trouva près de la place occupée par le projectile. L'épaisseur de la croûte de glace etait de 13 lignes; l'interieur etait liquide. |
| 6 | Idem. | Idem. | 50,316 | Idem; le bouchon était plein... | L'obus eclata en deux, la plus petite des deux parties se trouva projetee à 1 pied. L'epaisseur de la glace était de 5 lignes. |

*N. B.* Les differences de capacité dans les obus provenaient de l'inégalité de la fonte, de la rouille, enfin de la poix coulée jadis dans les obus, et qui n'avait pu être parfaitement extraite.

Digitized by Google

18. DÉFENSE DE LA THÉORIE DE VOLTA, RELATIVE A LA PRODUCTION DE L'ÉLECTRICITÉ PAR SIMPLE CONTACT, contre les objections du prof. DE LA RIVE; par le prof. PFAFF de Kiel. (*Annales de Chim. et Physiq.;* juillet 1829, p. 236).

Le prof. De la Rive a cherché à prouver que le développement d'électricité n'a lieu, dans le contact de deux métaux, que par une action chimique; par exemple, en mettant en contact une plaque de cuivre et une de zinc, l'humidité des doigts ou l'action de l'oxigène et des vapeurs aqueuses de l'air produisent une action (voy. le *Bull.*, T. VIII, n° 157). M. Pfaff a fait des expériences qui sont en opposition avec ce qu'il appelle *cette assertion.* Il a toujours obtenu la même tension électrique, que ses doigts fussent plus ou moins mouillés, et l'on obtient le même effet en soutenant la lame de zinc avec un carton bien trempé d'eau ou d'une dissolution de sel. Quand on tient le zinc avec une *pince de bois*, il n'est pas étonnant, à ce qu'il lui semble, que la charge de condensation soit plus faible, parce que le bois, mauvais conducteur, surtout pour des électricités de faible tension, en détermine la déperdition en passant par les couches très minces de vernis qui recouvrent les plateaux, et par le plateau supérieur qui communique avec le réservoir commun. C'est la même raison pour laquelle on ne peut charger un condensateur avec une pile sèche. En projetant l'haleine ou des vapeurs d'acide nitrique ou hydrochlorique sur le zinc que l'on tient avec une pince de bois, le métal se couvre d'une couche d'oxide qui conduit mieux que le bois, et le condensateur peut se charger.

Pour prouver que l'électricité se développe par le seul contact et sans action chimique, à moins qu'il n'y en ait une de la part des métaux, l'un sur l'autre, M. P. a employé un condensateur dont un des plateaux était en *cuivre* et l'autre en *zinc* et quelquefois en *étain.* Ces plateaux étaient couverts d'une couche mince de vernis et l'un vissé sur l'électromètre à feuilles d'or.

Pour éviter l'influence chimique des vapeurs d'eau ou de l'oxigène, auxquelles M. De la Rive attribue l'action chimique, M. P. opère dans une cloche garnie de deux boîtes à cuir et en se servant d'air humide ou sec, d'oxigène, d'azote, d'acide carbonique, d'hydrogène carboné ou d'hydrogène, *cela ne changea rien* aux résultats.

Digitized by Google

Avec un condensateur qui condense 300 fois à-peu-près et avec des feuilles d'or de 1/6 de pouce sur 2 pouces, la divergence était ordinairement de 1/2 pouce; avec le plateau d'étain la divergence était à-peu-près le 1/4 de la précédente, et avec des plateaux de zinc et d'étain, elle était plus de la moitié de la première, et toujours indépendamment du milieu.

M. P. ajoute à *ces preuves directes* contre l'*assertion* de M. De la Rive diverses considérations qui lui paraissent militer en faveur de son opinion; il regarde les expériences de M. De la Rive comme insuffisantes et ayant été, pour une grande partie, faites depuis long-temps par Ritter. G. DE C.

19. LETTRE DE M. PARROT SUR LES PHÉNOMÈNES DE LA PILE VOLTAÏQUE. ( *Ibid.;* septembre 1829, p. 45.)

M. Parrot, au sujet du mémoire de M. De la Rive, réclame dans cette lettre la priorité pour les causes de l'électricité voltaïque. En 1801, il s'occupait à Riga de rédiger la théorie de la pile, et un Mémoire sur ce sujet, qui mérita le prix de la Société de Harlem, parut en mai 1802, dans les Annales allemandes de Gilbert. Le D^r Pfaff attaqua fortement la théorie de M. Parrot, dont les vues ne parurent un instant partagées que par H. Davy et Wollaston, qui les abandonnèrent.

Le Mémoire de M. Parrot contient les théorèmes suivans :

1° La différence de l'électricité de frottement et de celle de la pile proviennent du mode d'excitation des agens électriques.

2° La translation des agens électriques d'un bout de la pile à l'autre éprouve une grande perte, et il existe pour la pile une intensité de tension qui ne peut être dépassée par aucun nombre de couples.

3° La grandeur de la surface des plaques augmente toujours l'effet.

4° Une suite de métaux hétérogènes ou de substances quelconques diminuent la force conductrice des métaux, au point de pouvoir isoler de petites quantités de l'électricité, tandis qu'une suite de métaux homogènes est un bon conducteur.

5° L'oxidation des plaques de la pile est la cause et non l'effet des phénomènes électriques de la pile.

6° L'effet de la pile dépend, non du degré, mais de la rapidité d'oxidation des métaux.

Digitized by Google

7° L'électricité passe d'une pile à l'autre, non par communication, mais par distribution d'un couple à l'autre.

8° Quand on oxide un métal par un fluide, le métal devient — E et le liquide + E.

9° Quand un métal s'oxide par un fluide, il se forme à chaque instant une couche infiniment mince d'oxide qui a la température rouge et sert d'isolateur pour les deux électricités : un moment après, cette couche se mouille et devient conducteur.

M. Parrot avait cru remarquer, qu'en décomposant par la pile deux masses d'eau distinctes, les deux eaux étaient de nature différente; mais il avoue que ses expériences lui paraissent maintenant peu concluantes.

M. P. a répété les expériences de Volta avec deux plaques hétérogènes et n'a jamais obtenu d'électricité sans frottement, parce qu'il a la main très-sèche. Pour éviter l'électricité que le frottement aurait pu développer, il plaça l'une sur l'autre une plaque de cuivre et une de zinc, bien unies et polies, l'inférieure communiquant avec le sol : après avoir enlevé par contact l'électricité que le frottement aurait pu donner, la plaque supérieure fut mise en communication avec la verge d'un double condensateur : il ne se produisit pas d'électricité.

En plongeant une plaque de zinc et de cuivre dans l'acide nitrique, étendu de 5 parties d'eau, et faisant communiquer tantôt le métal, tantôt le fluide, avec le double condensateur, l'autre communiquant avec le sol, M. P. obtint + E *dans le liquide et* — E *dans le métal.*

D'après cela, M. P. croit que ces expériences prouvent que le *vrai élément de la pile n'est pas métal et métal, mais métal et liquide oxidant.*

Enfin, M. P. rappelle ce qu'il a publié relativement à la pile de Zamboni dans les Annales de Gilbert. (Tom. IV, pag. 165).

Cette pile, au soleil ou à la chaleur rayonnante d'un poële, n'est pas sèche; mais en séchant l'air avec de la chaux, l'électromètre à feuilles d'or n'indique aucune électricité en 8′, quand l'hygromètre à soie fut arrivé à 22°.

Une pile placée dans de l'air qui s'humecte peu à peu à saturation, fait diverger les feuilles de l'électromètre autant que les parois le permettent.

D'où il conclut que l'*action électrique des piles sèches est due à l'action chimique de l'oxigène, à l'oxidation des métaux.*

Digitized by Google

Par rapport à la quantité d'électricité développée, M. P. a trouvé qu'une pile de Zamboni ne donne que 1/1600 de l'électricité que fournit une pile de Volta; qu'elle perd $\frac{195}{200}$ par l'évaporation du liquide; qu'un pouce cube d'oxigène suffit, pendant au moins 8,000 jours, pour entretenir l'activité d'une pile de 1,000 élémens de 2 1/2 pouces carrés, ce qui explique la durée de leur action. Que ces piles renfermées dans un cylindre de verre fermé avec un vernis de résine, ne sont pas entièrement soustraites à la communication avec l'air; un lut de cire, de suif, de térébenthine et d'huile scelle plus hermétiquement. G. DE C.

20. SUR L'ÉVALUATION DES HAUTES TEMPÉRATURES; par J. PRINSEP. (*Ibid.*; juillet, 1829, pag. 247).

M. Prinsep, après avoir donné une idée des essais faits jusqu'ici pour mesurer les hautes températures, fait connaître le moyen auquel il s'est arrêté après beaucoup d'essais. Il emploie l'argent, l'or et le platine, comme points fixes, et leurs alliages en diverses proportions, comme points intermédiaires : huit ou dix alliages pyrométriques de la grosseur d'une tête d'épingle suffisent; s'ils se fondent on les aplatit, et ils peuvent servir de nouveau; et la notation des essais est facile; p. ex. A o 3 O indique un alliage de 0,7 argent, et 0,3 or, et O o 23 P., de l'or contenant 23 o/o de platine.

Entre le point de fusion de l'argent et celui de l'or, M. P. compte 10 degrés qu'il mesure par des alliages contenant chacun 1/10 de plus d'or, et entre l'or et le platine 100 degrés, en ajoutant à chaque alliage 1/100 de ce métal. L'augmentation de chaleur indiquée ne sera probablement pas uniforme, mais toujours comparable.

Les métaux furent placés dans une coupelle renfermée dans un creuset, leur poids était de 15 grains troy pesés au 1/1000, on interceptait l'air autant que possible et quelquefois le métal était enveloppé de papier pour éviter toute perte. Les échantillons à la sortie du feu présentaient des propriétés différentes; les uns avaient augmenté de poids; ils étaient plus ou moins cassans sous le marteau; d'autres avaient le même poids; un petit nombre en avait perdu un peu; ces derniers surtout étaient tout-à-fait malléables, plus brillans; leur surface cristalisée

Digitized by Google

assez profondément offrait des dentelures réticulaires et à nœuds, particulières aux alliages de platine.

M. P. croit que l'absorption d'oxigène, quoique non observée jusqu'ici, était la cause de l'augmentation du poids; il n'y avait pas de carbone, et la dissolution dans l'eau régale le prouva; il n'y avait pas non plus de silice. Quand on avait enveloppé les métaux de papier, la coupelle offrait, dans quelques points, un bleu éclatant comme celui du phosphate de fer.

M. P. a continué la série jusqu'au 70 o/o de platine; mais cet alliage n'a pas fondu à la plus forte chaleur d'une forge. L'alliage de O o, 55 P n'a été qu'à moitié liquéfié par une chaleur qui pouvait fondre les coupelles en argile de Gualior, où il était renfermé.

Voici quelques résultats obtenus dans différens fourneaux, et dans diverses parties du même fourneau.

| | | Maximum de l'alliage fondu. |
|---|---|---|
| Moufle d'un fourneau d'essai | devant | A o o O. |
| —— | milieu | A o 3 O. |
| —— | fond | A o 5 O. |
| Le charbon de Calcutta, meilleur que celui de Benarès, chauffe ordinairement la moufle à | | A o o4 P. |
| Forneau à fondre l'argent de Calcutta, de construction anglaise. Les échantillons renfermés dans un creuset de fer. | | O o o75 P. |
| Fourneau ouvert en usage à Calcutta. | | O o o6 P. |
| — à réverbère de Calcutta pour fondre les échantillons. | | O o 20 P. |
| Fourneau à sorl de mine de plomb sans cheminée. | | O o o8 P. |
| Extrémité de la flamme d'un soufflet à air condensé. | | O o 20 P. |
| Point de fusion du cuivre d'après deux essais sous une moufle. | | O o o3 P. |
| Fusion de la fonte environ. | | O o 3o P. |
| Degré le plus élevé de la chaleur d'une forge chauffée avec du charbon de Benarès. | | O o 55 P. |

Digitized by Google

Les alliages d'or et d'argent perdent un peu de leur poids par une longue exposition à la chaleur; ceux du platine sont très-durables.

M. P. a cherché à déterminer exactement, au moyen d'un thermomètre à air, le point de fusion de l'argent, et il a observé à cette occasion un fait remarquable: c'est que la fonte prend un accroissement continu de volume, à chaque fois qu'on l'échauffe; la capacité de la cornue qu'il emploie, remplie de mercure à 80° F., ayant été successivement

| | | | |
|---|---|---|---|
| Avant la première expérience. | 9 | 13 | pouces cubes. |
| Après le premier feu. | 9 | 64 | |
| Après le troisième feu. | 10 | 16 | |

L'appareil qui a donné à M. P. les résultats qu'il cherchait, était formé d'une cornue d'or pur de 65,000 gr., troy contenant à peu près 10 pouces cubes d'air. Au tube aussi en or était serré fortement par un collier après un tube d'argent qui, par le moyen d'un autre tube, communiquait avec un réservoir presque rempli d'huile d'olives, auquel était attaché un tube de sûreté; un robinet permettait de rétablir la pression en retirant de l'huile. Le réservoir d'huile portait un autre robinet qui communiquait avec un tube gradué contenant un peu d'huile. Ce tube était divisé en deux centièmes de pouce, et comme on pouvait lire les $\frac{1}{10}$, la précision est assez grande.

Le fourneau était placé dans une pièce contigue, et un petit thermomètre indiquait les plus légères variations de température dans le réservoir.

Les résultats suivans ont été obtenus avec cet appareil.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Chaleur rouge............ | 1200 f. | = | 659 c. |
| — orange........... | 1650 | | 889 |
| Fusion de l'argent (999 ° C). | 1830 | Daniell... | 2233 |
| | | Wedgwood. | 4717 |
| Argent avec 1/10 d'or...... | 1920 | | |
| — 1/2 d'or..... | 2050 | | |

M. P. fait remarquer que le thermomètre à air présente des inconvéniens à de hautes températures, et pense qu'on ne peut en attendre des indications bien précises. G. de C.

Digitized by Google

21. Sur les effets calorifiques de la pile; par le prof. Aug. De la Rive. (*Ibid.*; avril 1829, pag. 371).

Quand on réunit par un fil de métal les deux pôles d'une pile, ce fil rougit et quelquefois fond et se brûle.

M. De la Rive avait regardé cette production de chaleur comme analogue à celle que dégagerait un gaz forcé par la pression à passer dans un tube étroit; ayant observé des propriétés nouvelles dans le courant voltaïque, il a trouvé qu'il existait entre ces propriétés et les phénomènes calorifiques de la pile, des rapports qui peuvent, indépendamment de toute hypothèse sur la nature de l'électricité, jeter quelque jour sur le genre de modifications qui la rendent susceptible de développer de la chaleur.

M. D. pense que la différence de la conductibilité des divers corps dépendrait des pertes plus ou moins nombreuses, ou plus ou moins grandes qu'éprouve l'électricité en passant d'une molécule à une autre, et il s'appuie sur un fait qu'il avait observé antérieurement, relatif au passage du courant électrique au travers de plusieurs conducteurs alternativement solides et liquides qui lui impriment certaines propriétés, comme celle de pouvoir traverser avec une perte proportionnellement moindre, d'autres alternatives semblables. Il s'est assuré que le courant peut acquérir la même propriété, et même à un plus haut degré, en traversant un liquide dont la conductibilité soit la même que celle du premier système.

M. D. prévoit l'objection que l'on pourrait faire, que la chaleur devrait être plus intense quand le corps est très-mauvais conducteur, ce qui est le contraire de l'expérience, et il répond à cette difficulté apparente, que pour que l'électricité éprouve une résistance, il faut que le courant existe, et la diminution sera d'autant plus sensible, que le courant sera plus intense.

L'auteur examine ensuite les effets calorifiques considérés en eux-mêmes, et rappelle les expériences curieuses de Children, qui a fait voir que dans une chaîne formée de fils métalliques alternés de même longueur et de même diamètre, un courant électrique intense fait rougir tous les fils semblables, et laisse les autres froids.

M. D. a observé que quand le courant n'est pas assez intense

Digitized by Google

pour que les fils qui peuvent s'échauffer rougissent, l'incandescence a lieu aux points d'attache, et que, dans tous les cas, ce sont toujours les points de contact qui s'échauffent le plus.

Dans les expériences de Children, le fil qui rougit le plus dans une chaîne de métaux hétérogènes, est celui qui également est le moins conducteur, c'est-à-dire, dans lequel l'électricité éprouve le plus de retard dans sa marche.

La chaleur dégagée devrait être plus grande dans les liquides, mais deux causes tendent à la diminuer : la grande capacité et la masse du liquide, et la production des gaz qui absorbent beaucoup de chaleur.

Ce qui confirme les vues précédentes, c'est qu'il se dégage toujours plus de chaleur au pôle où il se produit moins de gaz; et d'ailleurs, on peut augmenter la chaleur en divisant le liquide en plusieurs masses distinctes, par le moyen de diaphragmes de vessie : on aperçoit encore le même effet en faisant passer le courant au travers d'une mèche de coton imprégnée du même liquide : celui-ci reste sensiblement stationnaire, tandis que celui qui est contenu dans le coton s'échauffe, parce que le coton forme une foule de cellules où le liquide se trouve renfermé.

M. D. examine ensuite *les effets calorifiques de la pile considérée dans les circonstances les plus propres à les produire.*

On sait qu'une pile formée d'un petit nombre de couples d'une grande surface fait rougir et brûler des fils, qu'un beaucoup plus grand nombre de couples d'une même surface ne rougiraient même pas : il y a ici une distinction à faire.

Un petit nombre de couples d'une grande surface rendent incandescens des fils métalliques, et il faut au contraire beaucoup de couples pour brûler de petites feuilles de métal, produire de la lumière et de la chaleur entre deux pointes de charbon, ou élever la température des liquides. Une pile de 60 paires qui produit ces derniers phénomènes ne rougit pas le fil de fer ou de platine le plus mince, et 10 paires de la même pile produisent le dernier effet, et non le premier.

Il ne faut pas confondre ensemble les divers effets calorifiques de la pile, ni sous le point de vue des circonstances les plus propres à les produire, classer les divers phénomènes de la pile d'après leur nature, mais d'après celle des conducteurs

Digitized by Google

nécessaires à leur production. Si le conducteur qui réunit les deux piles est parfait, continu et homogène, comme un fil métallique, l'effet du courant, qu'il soit calorifique ou magnétique, sera d'autant plus grand, qu'il y aura moins de couples avec une surface donnée; si le conducteur est imparfait ou discontinu, comme les pointes de charbon ou les feuilles métalliques, ou hétérogène et formé par exemple de deux feuilles de métal plongées dans un liquide interposé entr'elles, il faut un plus grand nombre de couples pour augmenter l'intensité des phénomènes.

Le genre de construction d'une pile exerce sur les phénomènes qu'elle peut produire, une influence qui dépend de la route que peuvent suivre les électricités pour se neutraliser : ou le conducteur qui établit la communication, ou la pile elle-même; si le fil conjonctif est un conducteur parfait, on peut réduire la pile à un très-petit nombre de couples; mais s'il est hétérogène ou discontinu, l'électricité passera plutôt par la pile, à moins qu'elle ne contienne un nombre de couples, et par conséquent d'alternatives, qui conduisent moins bien que le conducteur imparfait lui-même.

Quant à la production des effets calorifiques par un petit nombre de couples, on peut l'expliquer en distinguant l'*intensité* de la *vitesse :* celle-là dépend de la surface et du nombre, celle-ci du nombre. G. de C.

---

## MÉTÉOROLOGIE.

22. Résumé complet de Météorologie; par C. Bailly de Merlieux. In-32 de 332 p., avec pl. Paris, 1830; au Bureau de l'*Encyclopédie portative*.

Ce petit ouvrage, destiné particulièrement aux personnes du monde, contient toutes les notions qui leur sont nécessaires sur la météorologie. L'auteur donne d'abord des notions générales sur la météorologie et l'atmosphère, et, dans les deux parties qui forment l'ouvrage, il traite des météores, en particuliers, des instrumens, des signes et des observations météorologiques.

La première partie comprend quatre chapitres sur les météores aériens, les météores aqueux, les météores ignés, et les météores divers, comme les volcans, les marées, les aérolithes, etc.

La deuxième partie contient trois chapitres sur les instrumens météorologiques, les signes indicateurs et les pronostics; les météores et les observations météorologiques.

L'ouvrage est terminé par une biographie, une bibliographie et un vocabulaire des mots techniques.

23. I. Table des Observations du Thermomètre, du Sympiézomètre et du Pluviomètre a Arakan, en septembre 1825. (*Transact. of the literary Society of Madras;* part. I[re], pag. 103).

II. Journal Météorologique d'observations faites sur la Côte de Malabar, de 1810 à 1823. (*Ibid.*; p. 89).

| Années | 1810 | 1811 | 1812 | 1813 | 1814 | 1815 | 1816 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Température moyenne | 80°,16 | 80°,13 | 80°,50 | 80°,35 | 78°,56 | ....°.. | 78°,61 |
| Quantité de pluie tombée dans l'année | p. 125,90 | p 104,90 | p. 102,70 | p. 93.85 | p 115,10 | p, 133,40 | p. 100, |
| Plus grande quantité d'eau en 24 heures | 4,80 | 4,50 | 4,85 | 4,60 | 3,90 | 5,40 | 3,75 |
| Moussons commencées | 20 mai. | 31 mai | 31 mai. | 27 mai. | 15 juin | 27 mai. | 18 juin |
| **Années** | **1817** | **1818** | **1819** | **1820** | **1821** | **1822** | **1823** |
| Température moyenne | 79°, | 81°, | 80°,78 | 80°,92 | 82°.25 | 81°,50 | 82°, |
| Quantité de pluie tombée dans l'année | p. 136,7 | p. 169,19 | p 135,47 | p 147,18 | p. 98,44 | p 145,6 | p. 121,67 |
| Plus grande quantité d'eau en 24 heures | 4,55 | 6,63 | 7,6 | 5,38 | 4,66 | 4,89 | 6,46 |
| Moussons commencées | 26 mai | 5 juin. | 9 mai. | 26 mai. | 16 juin | 2 juin. | 6 juin. |

Les lieux d'observations sont à peu près à huit milles de la mer, et à environ 20 pieds au-dessus de son niveau. Le pays environnant est montagneux et couvert de bois coupés par des plaines; le thermomètre est placé dans une pièce où les rayons du soleil ne peuvent pénétrer, et à 18 pieds au-dessus du niveau de la terre, et 38 ou 40 au-dessus du niveau de la mer. Le pluviomètre, construit à Londres, a une division centigrade.

Digitized by Google

# CHIMIE.

24. Manuel de chimie amusante ou nouvelles Récréations chimiques, traduit de l'anglais d'Accum et Parkes, par Riffault, avec des additions, par A. Vergnaud. 3e édition. In-18 de 321 p.; prix, 3 fr. Paris, 1829; Roret.

25. Manuel de chimie, ou Précis élémentaire de cette science dans l'état actuel de nos connaissances, suivi d'un Dictionnaire de chimie; par M. Riffault, par A. Vergnaud. 3e édition. In-18 de 407, avec pl.; prix, 3 fr. 50. Paris, 1829; le même.

Ces nouvelles éditions de deux ouvrages qui ont déjà é é annoncés dans le *Bulletin*, sont une preuve du succès qu'ils ont obtenus, et que mérite, en particulier, le zèle de l'éditeur.

26. Sur les sulfures, iodures, bromures, etc., métalliques; par M. Becquerel. (*Annal. de Chim. et Physiq.*; octobre 1829, p. 225.)

M. Becquerel continuant ses expériences sur la production des cristaux par de petites forces électriques, est parvenu à obtenir plusieurs sulfures sous des formes cristallines semblables à celles que la nature nous présente.

Son appareil est formé de deux petits tubes, ouverts chacun par leurs deux bouts et remplis dans la partie inférieure d'argile très-fine légèrement humectée avec un liquide conducteur : dans la partie supérieure, on verse les liquides dont la réaction l'un sur l'autre et sur une lame d'un seul ou de deux métaux, produit les effets électriques. Les deux tubes sont plongés dans un autre contenant un liquide destiné à établir la communication électrique dans l'appareil.

L'argile sert à retarder le plus possible le mélange des liquides renfermés dans les petits tubes, et comme ceux-ci se mêlent d'abord avec celui du grand tube, on s'assure que ces différens mélanges ne s'opèrent pas dans le temps qui est nécessaire pour que la formation des composés puisse avoir lieu.

Digitized by Google

On obtient le sulfure d'argent cristallisé en octaèdres, qui s'étendent sous le marteau, d'un gris de plomb et d'une surface terne; en versant dans l'un des tubes du nitrate d'argent et dans l'autre une dissolution d'hydro-sulfate de potasse, en partie décomposée à l'air, pour rendre l'action moins forte, et plongeant dans chaque liquide l'un des bouts d'un fil on d'une lame d'argent pur, le bout du fil qui plonge dans le nitrate d'argent étant négatif, se couvre d'argent, et sur l'autre il se forme du sulfure d'argent qui se combine avec une certaine quantité de sulfure de potassium. Ce sulfure cristallise en beaux prismes et se décompose peu à peu par l'action de l'acide nitrique, il se forme du sulfate de potasse et le sulfure d'argent reste, pourvu qu'il n'arrive pas une trop grande quantité d'acide : une partie du liquide s'évapore et il reste au fond du tube, au-dessus de l'argile, une masse pâteuse dans laquelle on trouve le sulfure d'argent Si le sulfure de potassium était concentré, on n'obtiendrait pas de cristaux.

Le sulfure de cuivre peut être obtenue avec le nitrate de cuivre, et une lame de ce métal, disposée comme dans l'expérience précédente; il s'y forme des cristaux à faces triangulaires de 2 millimètres de longueur, d'un gris métallique, quelquefois nuancé de bleu, et qui se dissolvent dans l'ammoniaque.

Pour obtenir le kermès ou oxi-sulfure d'antimoine, on opère comme précédemment en établissant la communication avec un arc de deux lames de cuivre et d'antimoine sur l'antimoine plongeant dans le sulfure, il se forme un précipité brun-rouge et ensuite des octaèdres et des lames rouges.

Le sulfure d'étain peut être obtenu en très-petits cristaux cubiques.

Les sulfures de fer, de zinc et de plomb présentent des difficultés : déjà M. B. en a obtenu, mais il se propose de continuer ses recherches.

M. B. pense que beaucoup de sulfures ont été formés dans la nature par des procédés analogues. Le sulfate d'argent se trouve combiné avec les sulfures électro-positifs d'antimoine, d'arsenic ou de plomb qui ne décomposent pas l'eau; ils n'ont dû éprouver aucune altération, mais les doubles sulfures d'argent et de potassium ou de sodium se sont décomposés et ont donné les sulfures cristallisés.

Digitized by Google

Il résulte de ces faits, que pour obtenir une substance insoluble cristallisée, il faut la combiner avec une autre soluble et la décomposer lentement : sans cela on n'obtiendrait rien. Ainsi de l'argile divisée, et humectée d'une solution d'arséniate de potasse, mise dans un tube de verre, et recouverte d'une solution de nitrate de cuivre, l'action ayant lieu lentement dans l'intérieur de la masse, on a obtenu des cristaux d'arséniate et de cuivre.

Pour réussir dans ces expériences, il faut des tubes d'une dimension convenable et des liquides convenablement conducteurs.

En se servant d'iodure de potassium au lieu d'hydrosulfate on obtient quelques iodures.

Avec le plomb on obtient d'abord un iodure double en aiguilles blanches, soyeuses, fines. Cette combinaison se décompose en commençant par la partie inférieure, et l'on obtient des octaèdres réguliers, brillans, et d'un jaune d'or.

Le double iodure de cuivre est en aiguilles blanches et l'iodure en octaèdres.

M. B. croit que l'on peut obtenir par ce moyen des bromures et des séléniures.

27. Nouvelles observations concernant l'action du platine sur l'argent; par M. Lampadius. (*Journal für technische und œkonom. Chemie;* Tom. IV, p. 279, cah. 3, 1829.)

Il résulte des observations de M. Lampadius, que l'argent, à l'état d'alliage avec le platine, brûle et se volatilise beaucoup plus vite que si on le fond isolément; la vapeur qui s'élève est de l'oxide d'argent.

28. Sur quelques combinaisons de l'oxide de cuivre avec l'acide sulfurique; par M. Brunner, prof. à Berne. (*Annalen der Physik und Chemie;* Tom. XV, p. 476, cah. 3, 1829.)

M. Vogel a décrit le premier la combinaison saline qu'on obtient en mêlant parties égales de sulfate de potasse et de sulfate de cuivre. Cette combinaison est formée de $\dot{Cu}\dddot{S} + \dot{K}\dddot{S} + 6Aq$. Il a observé que, pendant la préparation de ce sel, il se formait un précipité vert clair, qu'il regardait comme un sel ba-



Digitized by Google

sique, mais sur lequel il n'a pas fait de recherches particulières. M. Brunner vient d'examiner le précipité vert qui se forme dans cette circonstance, et il l'a trouvé composé ainsi qu'il suit :

| | 1re expér. | 2e expér. |
|---|---|---|
| Oxide de cuivre...... | 39,30 | 39,16 |
| Potasse............. | 12,33 | 11,93 |
| Acide sulfurique...... | 39,70 | 39,70 |
| Perte............... | 8,67 | 9,21 |
| | 100,00 | 100,00. |

La perte doit être considérée comme de l'eau; on pourrait d'après cela représenter la combinaison saline par la formule

$$\dot{Cu}^4 \dddot{S}^3 + \dot{K} S + 4 Aq.$$

29. Sur la nature de la dissolution du tellure dans l'acide sulfurique; par M. Fischer, prof. à Breslau. (*Ibid.*; p. 77, cah. 1, 1829.)

L'auteur cherche à prouver qu'en traitant le tellure par l'acide sulfurique, il n'y a pas simplement solution du métal dans l'acide, comme l'avait prétendu M. Magnus, mais qu'il se passe un phénomène chimique dans cette circonstance, et que le tellure est oxidé aux dépens de l'acide. Une expérience est rapportée à l'appui de cette opinion.

30. Observations sur l'oxidation du phosphore; par Th. Graham. (*Quarterly Journal of science;* juillet à septembre 1829, p. 83.)

Le phosphore ne brûle pas dans l'oxigène à la pression de l'atmosphère au-dessous de 64° F. : en diminuant la pression de 2 à 3 pouces, il éprouve une combustion lente; en mêlant à l'oxigène de petites quantités de gaz azote, hydrogène, etc., le phosphore luit à la pression ordinaire; et quelques gaz, comme le gaz oléfiant ou l'azote obtenu par le fer et le soufre, ne produisent pas cet effet. Ces faits sont connus depuis long-temps.

M. G. a observé un autre fait curieux : une petite quantité de certains gaz et de diverses vapeurs empêche entièrement l'action du phosphore sur l'air. Ainsi, la combustion lente n'a pas lieu du tout à 66° F. dans les mélanges de

Digitized by Google

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | air. |
| 1 | vol. | gaz oléfiant acide.......... | 450 |
| 1 | — | vap. d'éther sulfurique...... | 150 |
| 1 | — | vap. de naphte............ | 1826 |
| 1 | — | vap d'huile de térébenthine.. | 4444. |

Un bâton de phosphore fut gardé pendant 24 heures sur l'eau dans de l'air contenant seulement ¼ de centième de son volume de gaz oléfiant, pendant les chaleurs de juillet et d'août 1828; le thermomètre s'élevant souvent au-dessus de 70°, sans que l'air ait diminué de volume, on observa quelquefois une légère expansion montant seulement à $\frac{1}{100}$. Un bâton de phosphore avec quelques gouttes d'eau fut introduit dans une cornue de 213 pouces de capacité et contenant de l'air mêlé avec ½ de son volume de gaz oléfiant : pendant trois mois, le phosphore ne devint pas lumineux, quoique sa surface se fût recouverte d'une légère croûte blanche. L'eau se trouva légèrement acide.

On peut rendre frappante la propriété de la vapeur d'éther d'empêcher la combustion du phosphore, en introduisant deux ou trois bâtons de phosphore dans un flacon de pinte, et quand il est rempli de vapeurs blanches, d'y introduire un peu de vapeur d'éther. En quelques secondes les vapeurs disparaissent complètement; l'air devient transparent, et les fumées ne se renouvellent pas si le flacon est bouché, jusqu'à ce que l'éther soit converti entièrement en acide acétique par l'oxigène, ce qui arrive au bout de quelques jours.

La lumière du phosphore dans l'air est détruite par l'addition de 4 °/₀ de chlore et 20 d'hydrogène sulfuré : la vapeur d'alcool à 80° centésimaux la détruit aussi; mais les vapeurs de camphre, de soufre, d'iode, d'acide benzoïque, de carbonate d'ammoniaque et d'iodure de carbone ne produisent pas cet effet à 67°. Présenté à l'ouverture d'un flacon contenant de l'acide muriatique fumant, le phosphore paraît plus brillant, mais les acides nitrique et nitreux détruisent sensiblement la lumière. La vapeur de la liqueur condensée dans les réservoirs de gaz portatif, empêche l'oxidation du phosphore.

Le phosphore ne peut donc servir à extraire l'oxigène d'un mélange gazeux contenant du gaz oléfiant et peut faire connaître leur présence, même en petite quantité.

L'influence des divers gaz ou vapeurs paraît même à une température élevée : ainsi le phosphore peut être fondu et gardé fort long-temps fondu à 212° sans altération dans un mélange à parties égales d'air et de gaz oléfiant. Dans 3 d'air et 2 de vapeur d'éther sulfurique, le phosphore devient faiblement et par momens lumineux dans l'obscurité à 215°, il s'y produit des zônes de lumière qui disparaissent entièrement à 210° et sont alternativement renouvelées et détruites en élevant et abaissant la température entre ces deux limites. Une forte combustion a lieu à 240°.

Le phosphore devient faiblement lumineux dans

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | vol. d'air et | 1 | de gaz oléfiant à | 200° F. |
| 3 | — | 2 | vapeur d'éther à | 215° |
| 111 | — | 1 | vap. de naphte à | 170° |
| 166 | — | 1 | | 186°. |

La proportion de gaz nécessaire pour empêcher la combustion dépend entièrement de la pression ; ainsi, quoique moins de $\frac{1}{400}$ de gaz oléfiant empêche la combustion du phosphore à 29 pouces de pression, le phosphore devient lumineux sous la pression de $\frac{1}{2}$ pouce, dans l'air contenant volume égal de ce gaz.

Le tableau suivant indique les proportions de gaz oléfiant qui n'empêchent pas la lumière du phosphore à la pression donnée ; une plus grande proportion détruirait la lumière à la température de 70°.

| Gaz oléfiant. | Air. | Pression. |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1,4 pouces. |
| 1 | 4 | 2,3 |
| 1 | 9 | 3,2 |
| 1 | 19 | 5,0 |
| 1 | 29 | 12,3 |
| 1 | 39 | 12,1 |
| 1 | 49 | 16,5 |
| 1 | 99 | 25,5 |
| 1 | 199 | 26,4 |
| 1 | 449 | 29,0. |

Quand le phosphore est lumineux sur la surface du mercure dans le tube barométrique à la plus grande pression possible pour un mélange particulier, en inclinant légèrement le tube,

Digitized by Google

ce qui condense le gaz, la lumière disparaît, et en redressant le tube, le phosphore redevient lumineux.

Le naphte et la vapeur d'huile de térébenthine paraissent perdre très-rapidement leur influence négative quand on diminue la pression.

L'hydrogène carboné des marais diminue à un certain degré, mais n'empêche pas entièrement l'oxidation du phosphore; son action disparaît sur une colonne de mercure de quelques pouces; ce qui permet d'enlever par le phosphore les petites quantités d'oxigène que l'on trouve habituellement dans ce gaz.

Le sulfure de phosphore et l'hydrogène phosphoré sont préservés, jusqu'à un certain point, de l'oxidation par le gaz oléfiant, l'éther sulfurique.

L'oxidation du potassium paraît être considérablement retardée dans de l'air sec contenant $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ de son volume de vapeur d'éther ou surtout de gaz oléfiant. Un morceau de potassium gros comme un pois, gardé un mois dans de l'air sec contenant $\frac{1}{5}$ de gaz oléfiant, était seulement couvert d'une légère couche d'oxide gris, tandis qu'un autre morceau de potassium placé dans l'air été pénétré de fissures d'un blanc d'amande. G. de C.

31. Das Brom und seine chemischen Verhæltnissé. — Le Brôme et ses combinaisons chimiques; par M. Ch. Loewig. In-8° de xvi et 174 pages. Heidelberg, 1829; Winter.

Déjà M. Fechner a publié l'année dernière une monographie sur le brôme; cette monographie n'est que l'extrait de sa traduction allemande de la Chimie de M. Thénard. Un second travail de ce genre, qui vient d'être publié par M. Lœwig, peut être considéré comme le complément de l'ouvrage de M. Fechner, et de l'article *Brôme* de l'excellent traité de chimie de M. Gmelin. Nous ne mentionnerons de ce travail que le bromure de carbone.

Ce bromure peut être préparé de deux manières. D'après le premier procédé, on mêle du brôme avec de l'alcool à 36° Baumé. Le mélange s'échauffe fortement, et, si on continue à ajouter du brôme, il survient un moment d'effervescence subite, avec dégagement de vapeurs d'acide hydro-bromique et de brôme libre. Après que le liquide s'est refroidi, on y ajoute une solution alcoolique de potasse caustique, jusqu'à ce qu'il y ait

Digitized by Google

décoloration, puis on y verse un peu d'eau, et on évapore l'alcool à une douce chaleur. Dès que le liquide commence à se refroidir, il se sépare une petite quantité d'une huile jaune, plus pesante que l'eau, et immédiatement après une matière concrète, cristalline. On peut aussi étendre la solution alcoolique avec une grande quantité d'eau, et de cette manière la substance concrète se sépare également avec l'huile.

Cependant cette combinaison peut être obtenue en plus grande quantité d'après le procédé suivant : on met le brôme avec l'éther pendant un certain temps, puis on distille le mélange. Au commencement il ne passe que de l'acide hydrobromique, puis vient une huile très-claire, qui tombe au fond du liquide déjà passé. Quand la distillation a été continuée pendant quelque temps, on l'interrompt, on ajoute de la potasse pure au résidu, et on étend avec de l'eau ; on voit alors se déposer aussitôt une masse blanche volumineuse, qu'on lave avec de l'eau sur un filtre ; on la fait fondre ensuite à une chaleur très-douce, et on la laisse durcir par le refroidissement.

Ce bromure de carbone forme des écailles blanches, opaques, grasses au toucher, comme le camphre, et friables ; son odeur est très-aromatique, analogue à celle de l'éther nitrique ; sa saveur est piquante, semblable à celle de la menthe poivrée. A l'état liquide il est transparent et incolore. Il brûle aussi longtemps qu'il est en contact avec la flamme, et dégage des vapeurs d'acide hydro-bromique. Plus pesant que l'eau, il fond à un léger degré de chaleur, s'évapore à 100° C., et se sublime sous forme d'aiguilles d'un éclat nacré. Il n'est que faiblement dissous par l'eau à laquelle il communique son odeur et sa saveur ; lorsque l'eau est à 50° C. il y fond, et à un degré plus élevé il s'évapore en partie avec elle. L'alcool et l'éther le dissolvent facilement, et les dissolutions ne sont pas troublées par le nitrate d'argent. Les alcalis n'ont aucune action sur lui, pas même à la température de l'ébullition. Les acides sulfurique, hydrochlorique et nitrique n'exercent pas d'action non plus. Lorsqu'on soumet le bromure de carbone fondu, à un courant de gaz libre, il se forme aussitôt du chlorure de brôme. En le chauffant avec les oxides de fer, de cuivre, de zinc, etc., on obtient des bromures métalliques et du gaz acide carbonique ; en le faisant passer à l'état de vapeur sur ces métaux, on obtient des bromures métalliques et du charbon.

Digitized by Google

C'est à cette dernière propriété que M. Lœwig a eu recours pour analyser le bromure de carbone, qui est composé de 9,01 carbone et 91,99 brôme. (Le poids atomistique de ce dernier étant = 941,1). K.

32. Sur la réduction des métaux par l'azote ou ses combinaisons; par M. Fischer, à Breslau. (*Archiv für die gesammte Naturlehre;* Tom. XVIII, p. 105).

Une dissolution d'or dans un excès d'eau régale fut exposée à un courant de gaz oxide d'azote; la réduction du métal ne tarda pas à avoir lieu; l'or métallique se déposa contre les parois du vase, et le tout fut bientôt réduit.

La réduction se fit de même au moyen du gaz acide nitreux. Le gaz oxidule d'azote fut au contraire sans action. L'azote pur produisit une réduction, mais moins forte que l'oxide.

Le palladium est également réductible par le moyen de l'oxide d'azote et du gaz nitreux, mais non par l'azote pur. Ces phénomènes expliquent pourquoi, en laissant les dissolutions d'or et de palladium exposées pendant quelques temps à l'air, elles se réduisent en partie.

33. Sur la préparation du cinabre par la voie humide, et sur quelques autres combinaisons du soufre avec le mercure; par M. Brunner, prof. à Berne. (*Annalen der Physik und Chemie;* Tom. XV, p. 593, cah. 4, 1829.)

Kirchhoff a le premier indiqué un procédé exact pour obtenir le cinabre par la voie humide (1). D'après ce chimiste, on prend 300 parties de mercure sur 68 parties de soufre, on triture le mélange dans un mortier jusqu'à ce qu'on obtienne un tout homogène, puis on ajoute 160 p. de potasse caustique dissoute dans autant d'eau, et on chauffe à la flamme d'une bougie jusqu'à ce que le mélange ait pris une couleur rouge convenable.

Ce procédé ne réussit pas toujours et fournit rarement un cinabre pur. M. Brunner, qui s'est long-temps occupé de ce sujet, indique un autre procédé, qui donne, d'après lui, une proportion bien plus forte de cinabre, et un cinabre très-beau.

(1) *Scheerer's allgemeines Journal der Chemie*, Tom. II, p. 290.

Digitized by Google

Le chimiste de Berne emploie sur 300 parties de mercure, 114 p. de soufre et 75 p. de potasse caustique dissoute dans 400 à 450 p. d'eau. On triture d'abord le mercure avec le soufre à froid ; de petites quantités exigent au moins 3 heures de trituration constante ; de plus grandes quantités, par exemple plusieurs livres, exigent une journée entière de travail. Lorsque les deux corps se sont réunis de manière à présenter une masse homogène, on y ajoute la dissolution de potasse, en continuant toujours la trituration, et on chauffe le mélange dans un vase de terre, de porcelaine, ou bien de fer lorsqu'on opère sur de grandes masses ; d'abord on remue constamment, puis seulement de temps à autre ; on porte la chaleur à + 55° C., et on tâche de la maintenir, tant que possible, à ce degré ; jamais on ne peut dépasser 50°. On fera ensorte que la quantité du liquide ne soit pas sensiblement diminuée par l'évaporation : lorsqu'on opère en grand, il n'y a rien à craindre sous ce rapport ; ce n'est que quand on agit sur de petites quantités qu'il devient nécessaire de restituer l'eau qui s'est évaporée.

Après qu'on a continué ainsi la digestion pendant plusieurs heures, le mélange, qui était noir, commence à prendre une teinte brune-rougeâtre ; c'est dans ce moment qu'il faut la plus grande précaution ; la température ne doit pas dépasser 45°. Il arrive quelquefois que le liquide commence à prendre une consistance gélatineuse ; c'est ce qu'il faut prévenir par une addition d'eau ; le mélange de soufre et de mercure doit toujours conserver une forme pulvérulente dans le liquide. Cependant la couleur devient toujours d'un rouge plus vif, et quelquefois avec une promptitude étonnante. Quand on juge que la couleur a atteint son plus haut degré d'intensité, on enlève le vase de dessus le feu, en ayant toutefois la précaution de l'exposer encore pendant plusieurs heures à une douce chaleur.

Le temps nécessaire pour la formation du cinabre sur le feu paraît être en raison directe de la quantité sur laquelle on opère ; en admettant que les proportions indiquées plus haut soient des grammes, on voit la couleur rouge se manifester au bout de 8 heures environ, et la préparation est toute finie après 10 à 12 heures.

A la fin, on lave le cinabre, et on élimine les petites quantités de mercure métalliques qui peuvent y être mêlées. Ce pro-

Digitized by Google

cédé fournit 328 à 330 parties de cinabre, d'une très-belle couleur rouge, qui le cède très-peu à celui qui est natif, et qui l'emporte de beaucoup sur la couleur de celui qu'on obtient par la sublimation. Il est inutile de dire ici que, pour obtenir un cinabre qui possède ces qualités, il faut que le mercure qu'on emploie, ainsi que la potasse, soient très-purs.

Lorsqu'on se sert des proportions indiquées par Kirchhoff, on obtient, comme nous avons déjà dit, moins de cinabre: voici le résultat des recherches de l'auteur, concernant les différentes proportions des substances employées :

| *Mercure.* | *Soufre.* | *Potasse.* | *Cinabre obtenu.* |
|---|---|---|---|
| 300 | 114 | 75 | 330 |
| 300 | 115 | 75 | 331 |
| 300 | 120 | 120 | 321 |
| 300 | 150 | 152 | 282,5 |
| 300 | 120 | 180 | 244-246 |
| 300 | 100 | 180 | 244 |
| 300 | 60 | 180 | 142. |

La raison pour laquelle la méthode de Kirchhoff fournit moins de cinabre, c'est qu'outre cette combinaison, il s'en produit une autre qui reste en dissolution dans le liquide. En effet, lorsqu'on évapore celui-ci, après la séparation du cinabre, on obtient par le refroidissement des cristaux d'hyposulfite de potasse; et à un certain degré de concentration, le liquide se coagule, surtout après une légère secousse, et se prend en une masse gélatineuse, qui consiste dans un nombre infini de petites aiguilles cristallines, blanches, soyeuses, brillantes, dont les eaux-mères ne s'écoulent que difficilement. Ces cristaux noircissent à l'air, répandent une odeur d'hydrogène sulfuré, et se transforment par l'action de l'eau en une poudre noire; en ajoutant un peu d'hydrochlorate d'ammoniaque à l'eau, on favorise singulièrement la précipitation de ce corps noir. Celui-ci a la même composition chimique que le cinabre, et les petits cristaux dont il provient sont une combinaison d'un atôme de cinabre avec un atôme de sulfure de potasse : dans ce dernier, le soufre est en même proportion que dans le cinabre. La combinaison peut être représentée par

$$KS + HgS + 5Aq.$$

Au lieu de potasse caustique, dans la préparation du ci-

nabre, l'auteur a essayé le sulfure de potasse et a obtenu un cinabre assez beau, mais qui cependant était bien inférieur à celui que fournit le procédé ci-dessus indiqué. Le sel ammoniac, en remplacement de la potasse, ne fournit point de cinabre. Mais ce corps peut être produit en traitant beaucoup de composés de mercure par des sulfures alcalins; ainsi, on l'obtient en traitant l'oxide rouge de mercure par une dissolution d'hydrosulfate d'ammoniaque, en traitant le même oxide par le sulfure de potasse, le calomel par l'hydrosulfate d'ammoniaque, le calomel par le sulfure de potasse, le turbith minéral par l'hydrosulfate d'ammoniaque, le même turbith par le sulfure de potasse, le mercure soluble de Hahnemann par l'hydrosulfate de potasse ou par le sulfure de la même base, etc.

K.

34. Sur la détermination quantitative des oxides de fer, quand ils se trouvent mélangés; par M. H. Rose. (*Annalen der Physik und Chemie;* Tom. XV, page 271; 1829, cah. 2.)

Tout le monde sait combien il est difficile de déterminer la quantité d'oxide et d'oxidule de fer, lorsque ces deux corps se trouvent réunis dans une combinaison. Si la combinaison est soluble dans les acides, comme, par exemple, la pierre d'aimant, les batitures de fer, on en dissout une quantité déterminée dans l'acide hydrochlorique, et on chauffe la dissolution avec de l'acide nitrique; puis on l'étend d'eau, et on précipite le fer sous forme d'oxide par l'ammoniaque. D'après le poids de l'oxide obtenu, on trouve combien il a fallu d'oxigène à l'oxidule du mélange pour passer à l'état d'oxide, ce qui fait facilement trouver la quantité d'oxidule qu'il y avait dans le mélange. Lorsque la substance qu'on examine contient de petites quantités de corps hétérogènes, insolubles dans l'acide hydrochlorique, comme des traces de silice, on filtre la dissolution et on déduit le poids des particules insolubles de celui de la substance qui a été soumise à l'expérience.

Cette méthode, comme on peut facilement s'en apercevoir, exige beaucoup d'exactitude; car il n'y a ordinairement que peu d'oxigène qui soit absorbé par l'oxidule de fer, puisque la proportion de l'oxide est, dans la majeure partie des cas, bien

Digitized by Google

plus forte dans ces sortes de mélanges que ne l'est celle de l'oxidule; elle n'est même pas applicable, lorsque de grandes quantités d'autres corps, comme les acides silicique, phosphorique, titanique, etc., sont combinés avec les oxides de fer. C'est pour cette raison que M. Rose a essayé d'autres procédés, au moyen desquels on puisse trouver, dans ces sortes de combinaisons, les quantités précises d'oxide et d'oxidule de fer, et comme les résultats qu'il a obtenus ont surpassé son attente, il a cru devoir les communiquer au public, avec tous les petits détails dont la connaissance est indispensable.

Pour déterminer la quantité d'oxide de fer, il emploie la méthode suivante : il prend le poids exact d'une quantité donnée de la substance à analyser, et l'introduit dans un grand flacon susceptible d'être hermétiquement fermé par un bouchon à l'émeril. La substance peut être employée en morceaux lorsqu'elle se dissout à cet état dans l'acide hydrochlorique; dans le cas contraire, il faut la pulvériser avant de la peser. On remplit ensuite le flacon de gaz acide carbonique, au moyen d'un tube de verre qu'on introduit jusques près du fond, sans que cependant l'extrémité du tube touche la substance qui est l'objet de l'analyse. Lorsqu'on juge que tout le flacon est rempli par le gaz qu'on y a introduit, on retire le tube de verre, et on y verse promptement la quantité nécessaire d'acide hydrochlorique pour la dissolution; pour plus de sûreté, on enveloppe le vase avec des morceaux de vessie mouillés. Lorsque la substance est complètement dissoute, on ouvre le flacon, et on le remplit vîte avec de l'eau qui contienne en dissolution le plus possible d'hydrogène sulfuré. Il faut que cette dissolution d'hydrogène sulfuré ait été préparée immédiatement avant, qu'elle soit parfaitement claire et qu'elle ne contienne point de soufre libre. On referme aussitôt le vase, et on l'entoure de nouveau de morceaux de vessie. Le liquide devient laiteux; mais au bout de quelques jours, il reprend sa transparence, parce qu'il se dépose du soufre. Dans le cas où la dissolution ne prendrait pas une teinte laiteuse par l'addition de l'hydrogène sulfuré, et qu'il ne se déposerait point de soufre, on aurait une preuve que la substance ne contient point d'oxide de fer, mais seulement de l'oxidule. — Lorsque tout le soufre s'est déposé, on decante le liquide, et on le fait rapidement passer par un petit filtre pesé; on jette

Digitized by Google

aussi le soufre sur le même filtre et on le lave. Pendant la filtration, il faut empêcher, autant que possible, l'accès de l'air atmosphérique, pour que la dissolution d'hydrogène sulfuré ne dépose point de soufre. On sèche le filtre à une très-douce chaleur, et on le pèse; puis on le brûle, pour voir si le soufre est pur. Si la substance qu'on examine contient des matières, que l'acide hydrochlorique n'a pas dissoutes, ces matières insolubles se retrouvent après la combustion du soufre. On en détermine le poids, qu'on soustrait de celui du soufre. Le poids du soufre fait trouver facilement la quantité d'oxigène qui s'est combinée avec l'hydrogène de l'acide hydro-sulfurique pour former de l'eau, pendant que l'oxide de fer a été transformé en oxidule. En triplant cette quantité d'oxigène, on a la quantité réelle de ce gaz, qui combinée avec le fer, formait l'oxide de la combinaison, et c'est ainsi qu'on trouve la proportion de l'oxide de fer.

Dans ce procédé il faut employer une quantité suffisante de la dissolution d'hydrogène sulfuré, et, lorsqu'on ouvre le vase, il faut que le liquide répande encore une forte odeur d'acide hydrosulfurique. S'il n'en était pas ainsi, ce serait une preuve que la quantilé de l'oxide de fer était trop forte par rapport à celle de l'eau hydrosulfurée.

La méthode dont l'auteur se sert pour trouver la proportion de l'oxidule de fer est la suivante :

On dissout une quantité déterminée de la substance dans l'acide hydrochlorique, en suivant le même procédé que celui qui vient d'être décrit, c'est-à-dire dans un flacon susceptible d'être hermétiquement fermé à l'émeril, et après l'avoir rempli de gaz acide carbonique : seulement le flacon n'a pas besoin d'être aussi grand que dans le cas précédent.

Quand la dissolution s'est faite, on verse promptement dans le vase une dissolution de chloride double d'or et de sodium, et on ferme. L'or est alors réduit, et, si cela n'était pas, il n'y aurait point d'oxidule de fer dans la substance analysée. — Après quelques jours, on recueille sur un filtre l'or qui s'est déposé, on le lave, on le chauffe jusqu'à un commencement de chaleur rouge et on le pèse. D'après cela on trouve facilement la quantité d'oxigène qui a été nécessaire pour transformer l'oxidule en oxide. En doublant l'oxigène, on a la quantité de

Digitized by Google

ce gaz qui, dans la substance, s'est trouvée combinée avec le fer pour la formation de l'oxidule, et par là on arrive facilement à la détermination de proportion de cet oxidule.

La substance contient-elle des corps étrangers, qui sont insolubles dans l'acide hydrochlorique, on dissout l'or par l'eau régale, et ces corps restent indissous; on soustrait leur poids de celui de l'or réduit, et, de cette manière, on obtient le poids exact de ce dernier.

Ce procédé pour la détermination de la quantité de l'oxidule de fer peut être employé dans beaucoup de circonstances dans lesquelles il est impossible d'employer le procédé qui a été indiqué pour la recherche quantitative de l'oxide de fer; car on ne peut pas avoir recours à ce dernier, lorsque la substance à examiner contient des corps capables d'être précipités de leurs dissolutions acides par l'hydrogène sulfuré. Ainsi, dans les combinaisons de l'acide arsénique avec les deux oxides de fer, on ne peut déterminer directement que la quantité de l'oxidule, et non celle de l'oxide.

Lorsqu'une substance, qui contient les deux oxides de fer, est en même temps insoluble dans l'acide hydrochlorique, il n'est pas possible de déterminer les quantités relatives de chacun de ces oxides. Et même, lorsque les oxides de fer sont seulement combinés avec d'autres oxides non réductibles par le gaz hydrogène, on ne peut pas employer cette méthode de réduction, pour déterminer par la quantité d'eau obtenue la proportion d'oxigène dans les oxides de fer; car il paraît que, lorsque les oxides de fer sont contenus dans des substances insolubles dans l'acide hydrochlorique, ils ne se laissent pas non plus réduire par l'hydrogène; c'est du moins ce qu'on observe avec le fer chrômé. A la suite de ce mémoire, M. Rose donne une analyse du titanure de fer d'Egersund en Norvége. On trouvera cette analyse dans la partie minéralogique de ce *Bulletin*.

KUHN.

35. HISTOIRE CHIMIQUE DU THORIUM; par M. BERZELIUS. (*Kongl. Vetensk. Acad. Handlingar;* 1829, page 1re — *Annalen der Physik und Chemie*, tom. XVI, cah. 3, p. 385.)

Le minerai qui contient ce nouveau corps se trouve dans le syénite de l'île de Lör-oen, qui est située vis-à-vis de Brevig

Digitized by Google

en Norvége. C'est à M. Esmark, fils du célèbre minéralogiste de Christiania, qu'est due la découverte de ce minerai; et M. Esmark père en envoya un échantillon à M. Berzelius, en le priant d'en faire l'analyse pour voir s'il n'y trouvait point de tantale, comme on pouvait le présumer d'après la pesanteur.

Le minerai est d'une couleur noire, sans aucune apparence de structure cristalline, et ressemble parfaitement au gadolinite d'Ytterby; quelquefois sa surface extérieure est recouverte d'une mince enveloppe couleur de rouille. Il est très-cassant, tout fendillé, d'une cassure vitreuse, qui perd son éclat avec le temps; son poids spécifique est de 4,63; il peut facilement être rayé avec le couteau; sa poudre est d'un brun pâle tirant sur le rouge. Chauffé à la flamme du chalumeau, il perd sa couleur noire, donne de l'eau, et prend le plus souvent la même couleur que celle de la poudre; il n'entre nullement en fusion.

Nous n'insisterons pas davantage sur la description de ce nouveau minerai, auquel, comme on sait, M. Berzelius a donné le nom de *Thorite*; nous renvoyons, pour plus de détails, à la partie minéralogique de ce *Bulletin*, afin de nous occuper exclusivement de l'histoire chimique du thorium et de ses combinaisons.

I. *Thorium.* L'oxide de thorium, ou la thorine, ne peut être réduit ni par le charbon ni par le potassium. Mais le thorium peut être obtenu isolé soit lorsqu'on mêle du fluorure de thorium avec du fluorure de potassium, ou bien du chlorure de thorium anhydre avec du potassium, et qu'on chauffe. Le dernier procédé est le meilleur et fournit le thorium le plus pur. Pour préparer le chlorure, on expose à un courant de gaz chlore un mélange de thorine et de charbon élevé à la température rouge. La décomposition du chlorure de thorium par le potassium se fait avec une très-faible détonnation, qui, lorsque le chlorure est tout-à-fait anhydre, va à peine jusqu'à un dégagement de lumière, et n'empêche point, par conséquent, que l'opération ne puisse être faite dans des vases de verre. Le fluorure produit également une légère détonnation avec le potassium.

En faisant donc chauffer un mélange de potassium et de chlorure de thorium, on obtient une masse d'un gris foncé, qui dégage d'abord de l'hydrogène, comme cela arrive ordinairement dans ces sortes de réductions; mais bientôt le dégagement

Digitized by Google

de gaz cesse, et la poudre métallique, qui est fort pesante, se présente avec une couleur de plomb; elle peut être comprimée après la dessiccation, et prend un éclat métallique par le frottement. Ainsi réduit, le thorium paraît jouir de propriétés métalliques à-peu-près semblables à celles de l'aluminium. Il n'est pas oxidé par l'eau, quelle que soit la température de ce liquide. Lorsqu'on le chauffe doucement, il s'enflamme et brûle avec un éclat extraordinaire, et ce phénomène ne peut être mieux comparé qu'à celui qu'on observe lorsqu'on a du phosphore fondu dans une éprouvette sur du mercure, et qu'on y fait arriver une bulle d'oxigène. De petits grains de thorium, qu'on laisse tomber dans la flamme de l'alcool, brûlent avec une lumière blanche, et semblent prendre plus de volume au moment de la combustion. Le thorium, ainsi brûlé, fournit un oxide d'un blanc de neige, qui ne présente pas la moindre trace de fusion ou d'adhérence de particules.

L'acide sulfurique étendu, mis en contact avec le métal, produit une effervescence instantanée et un dégagement d'hydrogène; mais ce dégagement ne tarde pas à diminuer, en sorte qu'on peut chauffer le mélange sans que le thorium se dissolve d'une manière notable. On peut même, à l'aide de cet acide, purifier le thorium, lorsqu'il est altéré par la présence de la thorine; cependant il y a toujours un peu de métal de dissous. L'acide nitrique agit encore avec moins d'énergie que l'acide sulfurique. Il n'en n'est pas de même de l'acide hydrochlorique, qui dissout le thorium très-facilement, surtout à l'aide de la chaleur, et il y a dégagement d'hydrogène. L'acide hydrofluorique ne réagit pas plus que l'acide sulfurique. Les alcalis caustiques n'exercent aucune action par la voie humide.

II. La *Thorine*, qui est le résultat de l'oxidation du thorium, et qui paraît être le seul degré d'oxidation dont ce métal soit susceptible, possède les propriétés suivantes : elle est incolore, pesante, insoluble dans tous les acides, excepté l'acide sulfurique concentré, dans lequel elle peut se dissoudre au moyen de la chaleur.

*Préparation de la thorine avec le thorite.* On dissout le minerai dans l'acide hydrochlorique, puis on traite la dissolution par l'hydrogène sulfuré, et on précipite la thorine au moyen de l'ammoniaque. On jette le précipité sur un filtre, on le lave,

on le dissout dans l'acide sulfurique étendu, et on fait évaporer la dissolution, on obtient un sulfate volumineux. Après l'avoir lavé à l'eau bouillante, et exprimé, on le soumet à la chaleur rouge, et on obtient ainsi la thorine pure pour résidu.

L'hydrate de thorine peut être obtenu lorsqu'on fait dissoudre dans l'eau froide le sulfate, après l'avoir lavé à l'eau bouillante; cette dissolution se fait très-lentement; quand elle est achevée, on la précipite par la potasse caustique, et on lave le précipité sur un filtre. Cet hydrate est gélatineux comme celui d'alumine, mais il s'affaisse facilement; il attire l'acide carbonique de l'atmosphère; par la dessiccation à l'air libre, il se prend en une masse vitreuse : dans le vide, sur l'acide sulfurique, il forme une poudre blanche. Un commencement de chaleur rouge lui fait perdre son eau. Pendant que l'hydrate de thorine est encore humide, il se dissout très-bien dans les acides; une fois desséché, il ne se dissout que difficilement; privé de son eau par la calcination, il est entièrement insoluble dans les acides hydrochlorique et nitrique.

Cet hydrate est insoluble dans les alcalis caustiques; mais il se dissout dans les carbonates alcalins, même dans le carbonate d'ammoniaque.

Chauffée jusqu'au rouge avec un alcali soit caustique soit carbonaté, la thorine n'entre pas en fusion. Chauffée seule, elle durcit, et devient difficile à pulvériser. Son poids spécifique est plus considérable que celui de toute autre terre; M. Berzelius l'a trouvé = 9,402.

La thorine, employée seule, résiste à l'action du chalumeau; avec le borax et le sel de phosphore, elle ne fond que difficilement.

L'auteur en a déterminé la composition par l'analyse du sulfate simple de thorine et du sulfate double de thorine et de potasse. La moyenne de plusieurs expériences a donné pour le poids atomistique de cette terre le nombre 844,9. Sur 100 parties elle contient

| | |
|---|---|
| Thorium | 88,16 |
| Oxigène | 11,84 |

Son hydrate est formé de

| | |
|---|---|
| Thorine | 88,25 |
| Eau | 11,75 |

L'atôme de thorium = 744,9, pourrait être représenté par le symbole Th; l'atôme de thorine par $\acute{Th}$; l'hydrate par $\acute{Th}\,\acute{\acute{H}}$.

La thorine se distingue essentiellement des terres par la manière dont se comporte sa combinaison avec l'acide sulfurique; en effet la dissolution du sulfate se dépose sous forme saline par l'ébullition, et après le refroidissement, le sel se redissout peu à peu.

Elle se distingue de l'*alumine* et de la *glucine*, en ce qu'elle est insoluble dans la potasse caustique; de l'*yttria*, en ce qu'elle forme, avec le sulfate de potasse, un double sel, qui ne se dissout pas dans une solution saturée de sulfate de potasse; de la *zircone*, en ce que celle-ci, après qu'elle a été précipitée à chaud par le sulfate de potasse, est en majeure partie insoluble dans l'eau et les acides, et en ce que ses sels ne sont pas précipités par l'hydrocyanate ferruré de potasse, comme le sont ceux de thorine. Cet oxide se distingue de l'*oxidule de cerium*, en ce qu'il ne se colore pas par la dessiccation et la combustion, en ce qu'il ne fournit point de sel coloré devant le chalumeau ni avec le borax, ni avec le sel de phosphore. Il diffère de l'*acide titanique* aussi bien par sa précipitation au moyen du sulfate de potasse, que par la manière dont cet acide se comporte à la flamme du chalumeau. Enfin la thorine diffère des *oxides métalliques* proprement dits, en ce qu'elle n'est point précipitée par le gaz hydrogène sulfuré.

III. *Thorium et soufre.* Lorsqu'on fait un mélange de soufre et de thorium, et qu'on chauffe, on voit d'abord passer le soufre, ensuite le métal s'enflamme dans les vapeurs sulfureuses et brûle presque de la même manière qu'à l'air libre. Le produit de la combustion est une poudre jaune, qui, à la vérité, devient brillante par la compression, mais qui n'acquiert point d'éclat métallique par le frottement. Lorsqu'on la grille dans un tube de vert ouvert, il reste de la thorine pour résidu, et le soufre se sublime (même lorsque le sulfure de thorium a été préalablement chauffé jusqu'au rouge dans un courant d'hydrogène). Ce sulfure, traité par des acides étendus, répand dans les premiers instans une odeur d'hydrogène sulfuré, mais il ne paraît pas se dissoudre d'une manière sensible, pas même à l'aide de la chaleur; l'acide nitrique ne l'attaque que faible-



Digitized by Google

ment. L'eau régale n'a aucune action à froid ; mais par la chaleur, elle le dissout complètement avec dégagement de gaz oxide d'azote, et la dissolution contient du sulfate de thorine.

IV. *Le thorium et le phosphore* se combinent avec flamme, lorsqu'on chauffe le métal dans la vapeur de phosphore. La combinaison est d'un gris foncé et d'un éclat métallique, à peu près comme le graphite ; elle n'est pas attaquée par l'eau, et se transforme par la chaleur en phosphate.

V. *Sels de thorium.* Les sels que forme le thorium soit avec les halogènes, soit avec les oxacides, se distinguent par une forte saveur astringente, qui est franche comme celle du tannin pur et qui est sans mélange d'aucun goût acide, doux ou amer. Sous le rapport de cette saveur, les sels de thorium offrent le plus d'analogie avec les sels de zircone. Leurs solutions sont précipitées par l'acide oxalique et par l'hydrocyanate ferruré de potasse ; le sulfate de potasse, qu'on y fait dissoudre, les trouble lentement. Ces trois réactifs les séparent de tous les autres sels, à l'exception de ceux d'oxidule de cérium, dont on peut toutefois les distinguer, en ce qu'ils fournissent avec la potasse caustique des précipités incolores, tandis que les sels de cérium donnent des précipités qui jaunissent à l'air. Les sels de thorine sont décomposés par la chaleur rouge, et ils laissent pour résidu la thorine, qui cède plus facilement ses acides que la zircone.

*α. Halosels.*

Le *chlorure de thorium* s'obtient en mêlant de la thorine avec du sucre pur, en charbonnant complètement le mélange dans un creuset de platine couvert, et en le chauffant ensuite au rouge dans un tube de platine par lequel on fait passer un courant de gaz chlore sec. La décomposition se fait très-lentement, et le chlorure de thorium n'est pas très-volatil. La plus grande portion se fige à l'endroit où le tube cesse d'être rouge. Ce corps, à l'état neutre, s'échauffe fortement dans l'eau, et s'y dissout complètement.

L'hydrate de thorine se dissout facilement dans l'acide hydrochlorique. Lorsqu'on fait évaporer la dissolution jusqu'à un certain degré de concentration, elle se cristallise après le refroidissement, surtout lorsqu'il y a un excès d'acide. En faisant évaporer jusqu'à siccité à une douce chaleur, on obtient une masse saline déliquescente, qui ne se dessèche pas même com-

plètement à l'air sec. En chauffant cette masse plus fortement, elle se décompose en thorine et en acide hydrochlorique qui se dégage. Le chlorure de thorium hydraté se dissout dans l'acide hydrochlorique concentré, mais moins bien que dans l'eau. Le chlorure de zirconium est au contraire presqu'insoluble dans l'acide hydrochlorique. Le chlorure de thorium se dissout bien dans l'alcool. Ce sel se combine avec le chlorure de potassium pour former un double sel très-soluble dans l'eau, presque déliquescent, et susceptible d'être séché et chauffé jusqu'au rouge dans un courant de gaz acide hydrochlorique. Ce double sel peut être obtenu en cristaux, qui, à la vérité, sont très-irréguliers à cause de sa grande solubilité.

On prépare le *bromure de thorium* en dissolvant l'hydrate de thorine dans l'acide hydrobromique. La dissolution, qui contient un excès d'acide, est abandonnée à l'évaporation spontanée; on obtient pour résidu une masse gommeuse, qui, par la décomposition de l'acide libre, se colore en jaune très-foncé. Lorsqu'on y ajoute un peu de bromure de potassium, il se forme un double sel, et le brôme s'évapore tout de suite dans ce cas.

*Fluorure de thorium.* Il est insoluble dans l'eau et dans l'acide hydrosulfurique. On l'obtient en dissolvant l'hydrate de thorine dans cet acide. Il est en poudre blanche indécomposable par la chaleur rouge, et qui n'est attaquée qu'imparfaitement par la potasse.

*Fluorure de thorium et de potassium.* Il est insoluble dans l'eau, et se précipte lorsqu'on mêle un sel de thorine avec du fluorure de potassium. Il n'est pas décomposé par la chaleur rouge; le potassium agit sur lui en réduisant le thorium, mais sans dégagement de lumière.

*Ferro-cyanure de thorium.* On l'obtient en traitant un sel de thorine, qui ne contient pas d'acide en excès, par le ferro-cyanure de potassium. La moindre quantité de thorine dans un liquide peut être reconnue au moyen de ce réactif. Le précipité est pesant et d'un blanc d'émail; les acides le dissolvent, et les alcalis le décomposent avec précipitation d'hydrate de thorine. Les sels de thorine ne sont pas troublés par le ferro-cyanure rouge de potassium.



Digitized by Google

β *Oxisels.*

*Sulfate de thorine.* On l'obtient en traitant de la thorine en poudre fine par un mélange de parties égales d'acide sulfurique et d'eau; on laisse ensuite digérer jusqu'à ce que toute l'eau soit évaporée, et on chasse par une douce chaleur l'excès d'acide sulfurique. En dissolvant le résidu salin, et en abandonnant la dissolution à elle-même, on obtient des cristaux transparens de sulfate neutre de thorine; mais les eaux-mères sont extrêmement acides. Ces cristaux, qui sont rhomboèdriques, ne s'altèrent point au contact de l'atmosphère; cependant, si l'air est très-sec et chaud, ils prennent un aspect laiteux, sans toutefois perdre leur forme. Ils contiennent 29,4 $^0/_0$ d'eau; en blanchissant, ils perdent $\frac{3}{5}$ de cette eau. Le sel se dissout dans l'eau tout aussi lentement que le sulfate d'yttria. Lorsqu'on y verse de l'eau chaude, il se trouble et devient d'un blanc mat; si l'eau est bouillante, il se forme des nuages blancs autour des cristaux, qui se dissolvent avec les cristaux quand l'eau se refroidit. Ce phénomène provient de ce que le sel perd une partie de son eau de cristallisation à une certaine température; de 5 atômes d'eau qu'il contenait il n'en conserve que deux, et cette nouvelle combinaison, qui est très-peu soluble, reste telle jusqu'à ce qu'elle ait repris ses 3 atômes d'eau.

Le sulfate de thorine est insoluble dans l'alcool, qui le précipite de ses dissolutions aqueuses. Si on précipite à froid, on obtient le sel avec 5 atômes d'eau de cristallisation, et avec deux atômes seulement si l'alcool est chaud. Sur 100 parties, ce sel est composé de

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Acide sulfurique.... | 26,260 | 1 at. | 31,90 | 1 at. |
| Thorine........... | 44,273 | 1 | 53,78 | 1 |
| Eau.............. | 29,467 | 5 | 14,32 | 2 |

La thorine paraît former aussi un sulfate acide et un sulfate basique.

*Sulfate de thorine et de potasse.* Lorsqu'on ajoute du sulfate de potasse solide à une dissolution de thorine, il n'arrive d'abord point de changement, mais peu à peu le liquide se trouble, et, à mesure que le sel se dissout, il se dépose contre les parois du vase une poudre cristalline très-blanche, qui est le double sel dont il s'agit. Celui-ci, peu soluble dans l'eau froide, se dissout parfaitement dans l'eau chaude, et cristallise par une évaporation spontanée. Il est insoluble dans l'alcool. L'eau

Digitized by Google

de cristallisation qu'il contient se dégage par une chaleur modérée, et les cristaux prennent une teinte laiteuse. Ils sont inaltérables à l'air et sont composés de

| | |
|---|---|
| Acide sulfurique.. | 39,312 |
| Potasse.......... | 23,138 |
| Thorine........ | 33,139 |
| Eau........... | 4,412 |

$= \dot{K}\dddot{S} + \dot{T}h\dddot{S} + \dot{H}$.

Le *nitrate de thorine*, soluble dans l'eau et l'alcool, ne se présente, à l'air libre, que sous forme syrupeuse. Le *nitrate de thorine et de potasse* se comporte de même. Le *phosphate* est insoluble même dans un excès d'acide phosphorique; il ne fond que difficilement au chalumeau. Le *borate* est également insoluble dans un excès d'acide borique. Le *carbonate* est à l'état de sel basique, et ne se dissout pas dans l'eau saturée d'acide carbonique. L'*arséniate* est insoluble dans l'eau et l'acide arsénique. Le *chromate* se présente sous forme d'un beau précipité jaune-clair, qui se dissout dans un excès d'acide chromique. Les *molybdate* et *tungstate* sont précipités sous forme de flocons blancs. L'*oxalate* est blanc, pesant, insoluble dans un excès d'acide oxalique; il en est de même de l'*oxalate double de potasse et de thorine*, qui se distingue du précédent en ce qu'il noircit par la chaleur rouge. Le *tartrate* s'obtient lorsqu'on traite l'hydrate de thorine par l'acide tartrique; s'il y a assez de thorine pour qu'une partie reste indissoute, on obtient un sel neutre, qui est blanc, floconneux, peu soluble dans l'ammoniaque, et insoluble dans l'alcool, tandis que le sel acide y est soluble. Le *tartrate double de potasse et de thorine* peut être obtenu lorsqu'on fait digérer du tartrate acide de potasse avec de l'hydrate de thorine et de l'eau. Le *citrate* se prépare en dissolvant de l'hydrate de thorine dans de l'acide citrique; on obtient ainsi un sel neutre, blanc, floconneux, insoluble, et un sel acide qui reste dissous dans le liquide. Les deux sels sont solubles dans l'ammoniaque caustique. L'*acétate* se forme lorsqu'on traite l'hydrate de thorine encore humide par l'acide acétique étendu; c'est une masse visqueuse, qui, évaporée jusqu'à siccité, devient insoluble dans l'eau. Le *succinate* est un précipité blanc, floconneux, qu'on obtient en décomposant un sel de thorine par le succinate d'ammoniaque. L'acide formique dissout l'hydrate de thorine pour produire un *formiate* cristallisable, peu soluble dans l'alcool, soluble dans l'eau bouillante

Digitized by Google

sans se troubler, mais décomposable par l'eau froide qui précipite un sel basique et tient en dissolution un sel acide.

γ. *Sulfosels.*

Le thorium ne paraît pas former de sulfo-sels par la voie humide, et en cela il ressemble à l'aluminium; lorsqu'on traite le sulfate de thorine par le sulfo-arséniate sodique, le précipité qu'on obtient ne paraît être qu'un mélange d'hydrate de thorine et de sulfure métallique electro-négatif. KUHN.

36. SUR L'ACIDE HYPOSULFURIQUE; par le Dr HEEREN. (*Annal. de Chimie et Phys.;* janv. 1829, p. 30.)

M. Heeren prépare l'acide hyposulfurique par le procédé de M. Gay-Lussac; mais pour séparer l'oxide de manganèse et l'acide sulfurique, il se sert de sulfure de barium, parce que l'eau de baryte ne précipite pas tout l'oxide de manganèse, et il sépare l'excès de sulfure de barium par l'acide carbonique.

Il se forme de l'acide sulfurique en même temps que de l'acide hyposulfurique dans les rapports de 1 à 7 au moins et de 1 à 8 au plus. MM. Gay-Lussac et Welther avaient pensé que cette formation était due à du deutoxide de manganèse mêlé avec le peroxide, mais M. Heeren a observé que si l'hydrate de deutoxide occasione cette action, le peroxide bien pur la produit aussi.

L'hydrate de deutoxide seul donne très-peu d'hyposulfate, et il se forme sensiblement plus de sulfate.

On obtient d'autant plus d'acide hyposulfurique que la température est plus basse, que l'oxide est en poudre plus fine et qu'il contient moins de deutoxide.

L'acide sulfureux anhydre n'a aucune action sur le peroxide de manganèse.

L'acide manganésique donne de l'acide hyposulfurique.

L'hyposulfate de potasse se prépare en précipitant une dissolution chaude d'hyposulfate de chaux par le carbonate de potasse, il cristallise bien; une partie se dissout dans 1,58 d'eau bouillante, et 26,5 d'eau à 16° C. Il est insoluble dans l'alcool; ne contient point d'eau et n'est efflorescent ni déliquescent.

L'hyposulfate de soude cristallise en grands prismes quadrangulaires limpides, il contient 15,54 d'eau dont l'oxigène est double de celui de la base.

Digitized by Google

On obtient l'hyposulfate d'ammoniaque en décomposant celui de baryte par le sulfate d'ammoniaque, il cristallise en très-petits prismes, il se dissout dans moins de son poids d'eau, est insoluble dans l'alcool; par la chaleur il fond, perd son eau, dégage de l'acide sulfureux, de l'ammoniaque et donne un résidu acide, il contient 18,44 d'eau.

L'hyposulfate de baryte se dissout dans 1,1 d'eau bouillante, et 4,04 d'eau à 18° C., il est insoluble dans l'alcool, et décrépite; il cristallise sous deux formes qu'on ne peut ramener à la même forme primitive; il contient 10,78 d'eau, comme l'avaient vu Gay-Lussac et Welther. On peut l'obtenir avec 19,48 ou quatre proportions d'eau en le laissant cristalliser spontanément, il est sous forme de prismes quadrangulaires obliques, qui deviennent opaques, sans perdre leur forme, et perdent la moitié de leur eau; dans l'air humide ils se conservent longtemps.

L'hyposulfate de strontiane se dissout dans 15 d'eau bouillante et 4,5 d'eau à 16°, il est insoluble dans l'alcool, et cristallise en tables hexagonales régulières; il contient 22,10 d'eau.

L'hyposulfate de chaux renferme 26,24 d'eau, se dissout dans 0,8 d'eau bouillante, et 2,46 d'eau à 19°; il est insoluble dans l'alcool auquel il cède de l'eau.

L'hyposulfate de magnésie obtenu avec le sulfate de magnésie et l'hyposulfate de baryte, cristallise en hexagones, a une saveur extrêmement amère, se dissout dans 0,85 d'eau à 13°; il contient 37,69 d'eau.

L'hyposulfate d'alumine, obtenu avec le sulfate d'alumine, donne spontanément des cristaux très-minces.

L'hyposulfate de protoxide de cerium, obtenu en dissolvant le carbonate dans l'acide hyposulfurique, cristallise spontanément en prismes quadrangulaires incolores.

Celui de protoxide de fer cristallise en prismes quadrangulaires obliques qui attirent un peu l'oxigène de l'air; ils contiennent 30, 04 d'eau.

L'hydrate de peroxide de fer se dissout en petites quantités dans l'acide hyposulfurique; par un contact prolongé, il se forme un sel basique si divisé qu'on peut à peine le filtrer, ce sel contient 69, 69 d'oxide, 8, 25 d'acide et 21, 76 d'eau.

L'hyposulfate de zinc est très-difficile à cristalliser, très-soluble, et contient 32, 24 d'eau.

Digitized by Google

Celui de cadmium est déliquescent et cristallise; il contient de l'eau.

L'oxide de plomb se combine en trois proportions.

Le sel neutre, obtenu avec le carbonate, est très-soluble et cristallise en tables hexagonales; il contient 1,5 95 d'eau ; en y versant un peu d'ammoniaque, on obtient des cristaux d'un sel basique peu soluble, et ces cristaux donnent, par un excès d'ammoniaque, un sel plus basique et pulvérulent; ces deux sels attirent l'acide carbonique de l'air.

L'hyposulfate de cuivre décrépite et s'effleurit, il cristallise en prismes quadrangulaires et contient 25, 47 d'eau on 4 proportions; par un peu d'ammoniaque, il se précipite un sel basique, d'un bleu verdâtre, à peine soluble; chauffé, il devient jaune d'ocre; après la calcination, il se dissout avec une couleur bleuâtre dans les acides nitrique, sulfurique, muriatique et l'ammoniaque : il ne se dissout plus dans l'eau, mais devient bleu en s'y combinant; il contient 4 proportions d'oxide, 1 d'acide et 4 d'eau.

En versant un excès d'ammoniaque dans une dissolution *même-étendue* d'hyposulfate de cuivre, il se forme des cristaux en tables quandrangulaires minces, à peu près insolubles, qui contiennent 1 proportion d'oxide, 1 d'acide et 2 d'ammoniaque.

L'hyposulfate de cobalt est très-soluble et contient 32, 54 d'eau ou 6 proportions.

Celui d'argent cristallise en prismes octogones, se dissout dans 2 parties d'eau à 16°, et contient 8, 95 d'eau; il se combine avec l'ammoniaque et donne des cristaux peu solubles.

G. DE C.

37. SUR L'ACIDE KINIQUE ET SES DIVERSES COMBINAISONS; par MM. HENRY fils et PLISSON. (*Journ. de Pharm.*; août 1829, p. 389.)

Pour obtenir l'acide kinique les auteurs ont employé les deux procédés suivans.

En rapprochant à feu nu en sirop clair, les liqueurs rougeâtres qui résultent de la décomposition des *décoctions sulfuriques* de quinquina jaune par la chaux, décantant pour séparer le sulfate de chaux, et evaporant en extrait au bain-marie, la matière se prend en masse formée par la cristallisation confuse du

Digitized by Google

kinate de chaux; mais à cause de la difficulté de le séparer de ce mag , on traite à deux ou trois reprises, à chaud, cette masse par l'alcool; la partie insoluble, dissoute dans un peu d'eau, donne du kinate de chaux, qui, exprimé et cristallisé plusieurs fois, est blanc et très-pur. Les eaux-mères donnent encore de ce sel.

Ou bien on décolore par l'oxide de plomb hydraté les décoctions sulfuriques de quinquina jaune, on précipite le plomb de la liqueur par l'hydrogène sulfuré, on sature avec la chaux et on évapore : ce procédé, plus court, est plus dispendieux que le premier.

On obtient l'acide kinique en traitant le kinate de chaux par l'acide oxalique, ou par un mélange en très-léger excès d'acide sulfurique étendu de 3 parties d'alcool; on sépare l'acide sulfurique par un peu de baryte ou de kinate de cette base, et par évaporation on obtient l'acide kinique pur cristallisé.

Ou en décomposant le kinate de plomb par l'hydrogène sulfuré.

Ou enfin en décomposant le kinate de baryte par l'acide sulfurique. On obtient aisément le kinate de baryte avec une dissolution alcoolique de kinate de chaux et le chlorure de barium.

*L'acide kinique* cristallise bien; il a une saveur très-acide, non désagréable; sa densité est de 1,637 à 8° 5. A l'air sec, il ne s'altère pas; dans l'air humide, sa dissolution se couvre de moisissure. Par la chaleur, il se fond en un liquide incolore, et se décompose en donnant un sublimé blanc d'acide pyrokinique que Pelletier et Caventou ont remarqué.

L'acide kinique se dissout dans 2,5 d'eau à 9°; il transforme la fécule en sucre par une longue ébullition; avec l'alcool, il paraît donner un éther analogue à l'éther tartrique.

L'acide sulfurique le transforme en une substance verte et le charbonne. L'acide nitrique le transforme en acide oxalique, et en moindre proportion en une matière acide qui a quelques rapports avec l'acide pyro-kinique.

Il contient :

| | | |
|---|---|---|
| Carbone............ | 34,1149 | = 2 at. |
| Oxigène............ | 60,3249 | = 3 |
| Hydrogène.......... | 5,5602 | = 4 |

Son poids atomique est 477,8342

Digitized by Google

Tous les kinates neutres sont solubles dans l'eau, et moins dans l'alcool; ils cristallisent presque tous bien, mais lentement. Par la chaleur ils se fondent en un vernis, qui, légèrement hu-des apparences cristallines.

100 d'acide saturent une quantité d'oxide contenant 4,299 d'oxigène, et la quantité d'oxigène de la base est à celle de l'acide : : 1 : 14,03.

Le *kinate de magnésie* est très-soluble, amer, inaltérable à l'air, cristallise en chou fleurs et contient, acide 100, oxide 11,105.

Le *kinate de chaux* cristallise en lames rhomboïdales, transparentes, quelquefois très-volumineuses, ou en masse blanche, comme le sucre, et présentent à la surface des lames rhomboïdales; il est très-soluble dans l'eau, et insoluble dans l'alcool concentré; il renferme 100 d'acide et 15,34 de base. La théorie donne 15,304.

Le *kinate de soude* cristallise en prismes à 6 pans, inaltérables à l'air, et ne contiennent pas d'eau de cristallisation; il est très-soluble dans l'eau, moins dans l'alcool, sa saveur est un peu amère.

Le *kinate de potasse* est très-soluble, un peu déliquescent, d'une saveur amère, et se prend par l'évaporation en une masse gommeuse.

Le *kinate d'ammoniaque* devient très-acide, même par l'évaporation dans le vide, et ne cristallise pas.

Le *kinate de baryte* cristallise en octaèdres alongés, transparens, un peu efflorescens, très-solubles dans l'eau et à peine dans l'alcool concentré; il est formé de 100 acide et 41,34 de base. La théorie donne 41,14.

Le *kinate de peroxide de fer* est très-soluble, d'une saveur styptique, il se prend par l'évaporation en une masse gommeuse.

Le *kinate de manganèse* donne par l'évaporation des plaques minces, rosées, offrant à la surface des points cristallisés.

Le *kinate de zinc* se prend en masse mamelonnée sur laquelle on aperçoit de petits cristanx; il contient 100 d'acide et 21,635 d'oxide.

Le *hinate de nickel* est très-soluble dans l'eau et l'alcool, et donne une masse gommeuse.

Le *kinate de cuivre* est très-soluble dans l'eau, moins dans

Digitized by Google

l'alcool, cristallise assez facilement en aiguilles ou en lames rhomboïdales qui s'effleurissent à l'air; il contient 100 d'acide et 21,21 d'oxide.

Le *kinate de plomb* est très-soluble, ne cristallise que très-difficilement, et se dissout dans l'alcool à 32°; il renferme 100 d'acide, et 59,94 d'oxide. MM. Henry et Plisson se sont assurés que ce sel n'est pas un carbonide.

Le *sous-kinate de plomb* est insoluble dans l'eau, soluble dans les acides.

Le *kinate de deutoxide de mercure* est très-soluble dans l'eau et l'alcool, il ne cristallise pas. Évaporé au-dessus de 100, il donne une masse jaune rougeâtre à peine soluble.

Le *kinate d'argent* est très-soluble dans l'eau et moins dans l'alcool; évaporé à 100 il cristallise en choufleur; la chaleur et la lumière le rendent promptement noir, et alors il est en partie insoluble.

Le *kinate de kinine* est très-soluble dans l'eau, moins dans l'alcool; son amertume rappelle celle du quinquina; il cristallise en croûtes blanches, quelquefois aiguillées, qui deviennent opaques à l'air et quelquefois, comme cornees sur les bords. Ce sel verdit le sirop de violette; avec un petit excès d'acide kinique, il cristallise mieux. Il est formé de 100 d'acide et de 194,2 de quinine.

Le *kinate de cinchonine* est plus soluble que celui de kinine, il est plus astringent et cristallise moins facilement; il contient 100 d'acide et 165,4 de base.

Le *kinate de morphine* ne cristallise pas. G. de C.

38. Examen chimique du Curare; par MM. Pelletitr et Petroz. (*Annal. de Chimie et de Physiq.*; fév. 1829, p. 213.)

Les auteurs ont examiné du Curare provenant de flèches empoisonnées, que M. Larrey leur avait remises. La matière, enlevée mécaniquement, a été traitée par l'alcool jusqu'à épuisement, le résidu s'est dissous dans l'eau tiède, qui était légèrement amère. Évaporée en sirop, le résidu a été traité par l'alcool qui en a séparé une matière floconneuse, jaune-verdâtre, sans amertume, qui a paru de nature végéto-animale. L'alcool évaporé a donné un extrait brun qui a été traité par l'éther, qui en a séparé une matière résineuse et une substance grasse qui n'avaient aucune action sur l'économie animale.

Digitized by Google

La matière amère est entièrement soluble dans l'alcool et l'eau, à peine acide; elle ne précipite pas par les alcalis caustiques ou carbonatés, l'émétique, l'oxalate d'ammoniaque, le sulfate de fer; par le sous-acétate de plomb, il se précipite quelques flocons de matière végéto-animale, et l'infusion de noix de Galles donne un précipité abondant blanc sale, soluble dans l'alcool : ce caractère appartient aux matières végétales actives et vénéneuses, qui jouent le rôle d'alcali.

La matière amère a été traitée par l'alcool, l'eau et le sous-acétate de plomb en léger excès, et le plomb précipité par l'hydrogène sulfuré. Pour dégager l'acide acétique, on a traité la matière par de l'acide sulfurique étendu d'alcool de manière à donner 40°, et on a fait bouillir pour séparer l'acide acétique et l'alcool, puis on a passé sur le charbon animal, on a séparé l'acide sulfurique par l'eau de baryte, l'excès de celle-ci par l'acide carbonique, et la liqueur évaporée au bain-marie a été séchée sous le vide. Cette matière est translucide, et même transparente en couches minces, d'une couleur blonde, entièrement soluble dans l'eau et l'alcool; mais non dans l'éther, elle donne en brûlant une odeur de corne, elle ne précipite que par la noix de galles, le précipité est soluble dans l'alcool. Cette substance paraît être un alcali végétal. Son action sur l'économie animale est excessivement violente. G. de C.

39. Essai analytique des Lichens de l'Orseille; par M. Robiquet. (*Ibid.;* oct. 1829, p. 236.)

Après quelques détails botaniques sur les espèces de lichens qui servent à la préparation de l'Orseille, M. R. fait connaître le procédé qu'il a suivi pour analyser celui qui paraît fournir particulièrement la couleur, le *Variolaria dealbata*. Il fut traité à plusieurs reprises par l'alcool filtré bouillant pour obtenir une substance blanche cristalline et floconneuse qui se précipite par refroidissement et qui est plus abondante dans les premières décoctions : sur le filtre, on trouve les flocons blancs. La dissolution, distillée à moitié, donne encore des mêmes flocons: après une seconde distillation, on obtient un résidu d'une odeur de thériaque.

Traité par l'eau fraîche en le broyant dans un mortier avec de l'eau que l'on renouvelle, les liqueurs sont colorées en jaune brun et d'une saveur sucrée, et donnent par évaporation un ex-

Digitized by Google

trait d'une saveur sucrée puis amère, et des aiguilles radiées, difficiles à séparer de la liqueur à cause de leur peu de consistance; on n'y parvient qu'en les soumettant à la presse; et après les avoir purifiées par le charbon animal, on les obtient en larges prismes blancs, jaunâtres, opaques, d'une saveur sucrée plus franche.

L'extrait alcoolique, séché au bain-marie, fut traité par l'éther à froid, et les liqueurs distillées aux 5/6. Il resta une masse cristallisée empâtée dans un liquide visqueux vert brun, d'une saveur âcre et d'une odeur particulière; lavés à froid par l'alcool, redissous plusieurs fois dans ce liquide, on a obtenu de longues aiguilles blanches et une résine verte.

Après s'être assuré que le résidu du traitement par l'alcool ne contenait pas de fécule, on l'a fait bouillir plusieurs fois avec l'eau distillée; les liqueurs évaporées n'ont pu donner de gelée et ne contenaient que de l'oxalate de chaux et un extrait gommeux, qui, brûlé, a laissé une grande quantité de cendres.

Le produit, dissous primitivement dans l'alcool et insoluble dans l'éther et l'eau, est brun rougeâtre, légèrement acide, entièrement soluble dans l'alcool; chauffé, il se boursouffle beaucoup et donne un charbon volumineux, les vapeurs ont une odeur de tabac. Cette matière, brûlée par l'oxalate de cuivre, donne un peu d'azote. Les acides et les alcalis concentrés ne l'altèrent pas sensiblement.

La matière soluble dans l'éther avec la chlorophille cristallise en belles aiguilles blanches est très-soluble dans l'eau et l'alcool, fond à une douce chaleur et prend la transparence des résines liquéfiées; par le refroidissement elle devient opaque et donne une substance cristalline, lamelleuse; chauffée plus fortement, elle bout et donne sans décomposition apparente une espèce d'huile volatile, très-incolore, très-odorante, une matière blanche cristallisée qui paraît de même nature que les matières primitives et quelques tracees de charbon, si la cornue a une panse peu profonde. Cette substance n'est ni acide, ni alcaline, et n'éprouve de la part des acides et des alcalis et son séjour à l'air, aucun changement.

La matière cristalline qui se dépose des dissolutions alcooiques, n'a aucune des propriétés des matières colorantes; elle s'unit assez bien aux alcalis par la chaleur, mais ne donne qu'une teinte verdâtre, et par l'acide sulfurique concentré,

Digitized by Google

qu'une couleur bistrée; chauffée, elle se charbonne pour se liquéfier; il s'élève d'abord quelques paillettes blanches micacées qui sont bientôt entraînées par une huile brune. Cette matière se rapproche beaucoup de la substance appelée *sous-résine* par M. Bonastre.

La matière sucrée, que M. R. avait d'abord prise pour une espèce de sucre de raisin ou de mannite, se fond à une douce chaleur en un liquide bien transparent, bout, perd un peu d'humidité, puis donne des vapeurs lourdes qui se condensent en un solide presqu'incolore et transparent, qui cristallise.

Le sous-acétate de plomb précipite complètement cette substance, et par l'acide nitrique qui le colore d'abord en un rouge de sang, elle ne donne pas d'acide oxalique. L'air ou l'oxigène ne la colorent pas; l'ammoniaque dont on se sert pour fabriquer l'orseille ne donne qu'une teinte fauve qui devient rouge brun. Supposant que cette substance était la matière colorante, M. R. agita sa dissolution concentrée avec de la litharge, et l'a obtenue avec les mêmes caractères. Craignant que le charbon animal ne l'eût retenue, il le traita par de l'eau alcalisée sans rien obtenir.

Mais en plaçant la matière sucrée dans une capsule au-dessus d'un vase d'ammoniaque, et recouvrant d'une cloche, la matière se fonce beaucoup; en la retirant et l'exposant à l'air, elle devient rouge foucé, et en la faisant dissoudre, elle donne, surtout en y ajoutant un peu d'alcali, une superbe couleur violette.

Du reste, l'air paraît nécessaire à cette coloration, et l'abbé Nollet a observé que la teinture d'orseille se décolore dans le vide. L'hydrogène sulfuré la décolore non en la désoxidant, mais en s'y combinant comme l'ématine et la matière colorante du tournesol, qui est probablement la même que celle de l'orseille.

M. R. propose d'appeler *Orcine* la matière colorante qu'il a observée, et *Violarine* la substance cristallisée, soluble dans l'alcool et l'éther. Il présente ensuite quelques idées sur la fabrication de l'orseille dans laquelle il croit que l'air, l'eau et l'ammoniaque jouent un grand rôle, et pense que les substances employées pour cette fabrication sont plus ou moins inutiles ou même nuisibles.

Digitized by Google

40. De la résine Dammar; par M. F. Lucanus. (*Jahrbuch der Chemie und Physik*; Tom. XXVI, p. 60, cah. 5 de 1029.)

La résine Dammar (*Resina Dammar, Motao-Cochin*) a été apportée des Indes par les Anglais, et versée dans le commerce en 1827. On la trouve en Sinéapore; elle n'est pas la même chose que le *Dammar puti*, qui est fourni par le *Dammar alba* Rumph. Elle se présente sous forme de morceaux contournés, qui pèsent de $\frac{1}{4}$ de gros à 2 gros, et est beaucoup plus incolore et plus transparente que le copal ou le mastic. Son poids spécifique est de 1,060; sa cassure est brillante, vitreuse; sa poudre est d'un très-beau blanc, dépourvue de toute saveur et de toute odeur, elle fond facilement et ne répand, même alors, qu'une odeur a peine appréciable. L'alcool absolu en dissout la moitié; l'alcool à 80° centésimaux en dissout le cinquième, et le quart par le moyen de la chaleur. L'huile de térébenthine, ainsi que les huiles grasses, la dissolvent complètement. L'éther la dissout excepté à une très-petite partie, qui se comporte de la même manière que les résines molles.

La dissolution alcoolique rougit le papier de tournesol.

Insoluble dans les acides acétique et nitrique fumans, la résine Dammar se dissout dans l'acide sulfurique sans dégagement de calorique. L'ammoniaque caustique ne la change pas. 30 Parties de résine, qu'on fit bouillir avec de la potasse caustique, augmentèrent de cinq parties en poids; la dissolution alcaline ne contenait aucune trace de résine; la masse, ainsi augmentée, ne se dissolvait qu'extrêmement peu dans l'eau. Cependant, lorsqu'on fait bouillir avec de la potasse une dissolution de resine Dammar dans la térébenthine, on obtient, après l'évaporation de cette dernière, un savon résineux, parfaitement soluble dans l'eau et l'alcool, et susceptible d'être décomposée par les sels métalliques, de telle sorte que la résine se combine avec les oxides des métaux.

La distillation sèche fournit 1) de l'acide acétiqoe, 2) une huile volatile, qui rougit fortement le papier de tournesol; 3) une résine jaunâtre, qui s'attache au col de la cornue; 4) un résidu charbonné.

Deux parties de Dammar, dissoutes dans deux parties dénuées d'huile de térébenthine, donnent un excellent vernis. K.

Digitized by Google

# TABLE

## DES ARTICLES DU CAHIER DE JANVIER 1830.

*Mathématiques.*



*Astronomie.*



*Physique.*



*Météorologie.*



*Chimie.*



PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
RUE JACOB, N° 24.

Digitized by Google

# BULLETIN

## DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

### ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

## MATHÉMATIQUES.

41. ANNALES DE MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES; par M. GERGONNE; Tom. X, n° 7, janvier 1830.

Les géomètres sont dans l'usage de classer les lignes et les surfaces courbes d'après le degré des équations qui les expriment; et cette pratique paraît d'autant mieux fondée en raison que le degré de l'équation d'une ligne ou d'une surface courbe est un caractère qui lui est tellement inhérent qu'elle le conserve à quelque système d'axes qu'il nous plaise de la rapporter. C'est aussi un caractère géométrique, puisqu'il détermine le nombre des intersections que la ligne ou la surface dont il s'agit peut avoir avec une ligne droite. On sait d'ailleurs que, si $m$ est le degré de l'équation d'une courbe plane, on pourra, en général, assujettir cette courbe à passer par un nombre de points exprimé par $\frac{m+1}{1}\cdot\frac{m+2}{2}-1$, au plus; et que s'il s'agit d'une surface courbe, on pourra, en général, l'assujétir à passer par $\frac{m+1}{1}\cdot\frac{m+1}{2}\cdot\frac{m+3}{3}-1$ points au plus.

Mais, dans chaque degré, les courbes et les surfaces ont plusieurs variétés; et le nombre des points par lesquels ces variétés peuvent être assujetties à passer varie de l'une à l'autre. Ainsi, par exemple, bien qu'en général une ligne du second ordre puisse être assujettie à passer par 5 points donnés sur un plan, si néanmoins cette ligne est un cercle, elle ne pourra plus être assujettie qu'à passer par 3 points seulement. De même, bien qu'en général une surface du second ordre puisse être as-



Digitized by Google

sujettie à passer par neuf points donnés dans l'espace, si néanmoins cette surface est une sphère, elle ne pourra plus être assujettie qu'à passer par quatre points seulement.

On est donc conduit, par ces considérations, à se proposer la question suivante : *une des variétés d'une courbe ou d'une surface d'un degré quelconque étant caractérisée par sa définition géométrique, déterminer le nombre de points par lesquels elle peut être assujettie à passer ?* M. Pàgani, professeur à Louvain, dans le IV[e] volume de la *Correspondance* de M. Quetelet, page 226, a proposé ce problème, pour les surfaces du second ordre ; et c'est à le résoudre à la fois pour les lignes et les surfaces de cet ordre qu'un anonyme a consacré le premier article de la livraison que nous annonçons. Montrons, par deux exemples, de quelle manière il parvient à son but.

« Pour déterminer en grandeur une hyperbole équilatère, il est nécessaire et il suffit de donner la longueur de son axe transverse. Pour la déterminer ensuite de situation, sur un plan, il faut en outre donner les deux coordonnées de son centre et l'angle que fait son axe transverse avec l'un des axes des coordonnées; donc quatre conditions distinctes sont nécessaires et suffisantes pour déterminer complètement de grandeur et de situation sur un plan une hyperbole équilatère; donc l'équation d'une telle courbe ne doit contenir que quatre coëfficiens arbitraires; et, comme l'équation générale des lignes du second ordre en contient cinq, il s'ensuit que, pour que cette équation exprime une hyperbole équilatère, il faut qu'il existe entre ses coëfficiens une seule équation de relation. Il restera donc quatre coëfficiens indépendans, au moyen desquels on pourra assujettir la courbe à passer par un même nombre de points. »

« Pour déterminer de grandeur une surface conique de révolution, il est nécessaire et il suffit de donner son angle générateur. Pour la déterminer ensuite de situation dans l'espace, il faut donner en outre les trois coordonnées de son sommet et les angles que fait son axe avec deux des axes des coordonnées; donc six conditions distinctes sont nécessaires et suffisantes pour déterminer complètement de grandeur et de situation dans l'espace une surface conique de révolution; donc l'équation d'une telle surface ne doit contenir que six coëfficiens arbitraires; et, comme l'équation générale des surfaces du second ordre en con-

tient neuf, il s'ensuit que, pour que cette équation exprime une surface conique de révolution, il faut qu'il existe entre ses coëfficiens trois équations de relations. Il restera donc six coëfficiens indépendans, au moyen desquels on pourra assujettir la surface à passer par un même nombre de points. »

L'auteur, passant ainsi successivement en revue tous les cas particuliers que peut offrir l'équation générale, soit des lignes, soit des surfaces du second ordre, parvient finalement aux conclusions suivantes :

I. Sur un plan, on peut faire passer 1° par 5 points donnés, une ellipse ou une hyperbole quelconque; 2° par 4 points donnés, une hyberbole équilatère, une parabole ou le système de deux points; 3° par 3 points donnés, une circonférence ou le système de deux parallèles; 4° enfin, par 2 points donnés, le système de deux droites qui se confondent.

II. Dans l'espace, on peut faire passer 1° par 9 points donnés, une ellipsoïde ou un hyperboloïde quelconque; 2° par 8 points donnés, une surface conique quelconque ou un paraboloïde quelconque; 3° par 7 points donnés, un ellipsoïde ou un hyperboloïde de révolution, ou bien encore un cylindre elliptique ou hyperbolique; 4° par 6 points donnés, un paraboloïde ou un cône de révolution, un cylindre parabolique ou le système de deux plans; 5° par 5 points donnés, une sphère de deux plans parallèles; 7° enfin par 3 points donnés, le système de deux plans parallèles.

Dans un second article, M. Gergonne appelle l'attention de ses lecteurs sur la méthode donnée par Newton pour l'approximation des racines incommensurables des équations numériques; méthode la plus commode et la plus expéditive de toutes, mais de laquelle on ne saurait toujours se promettre un plein succès; et qui n'a pas été examinée d'assez près pour qu'on sache bien quels sont les cas où elle doit infailliblement réussir, et quels sont ceux où au contraire elle peut être en défaut. On donne communément comme condition de succès de cette méthode celle de prendre pour valeur de départ une valeur très-approchée de celle dont on veut poursuivre l'approximation; mais M. Gergonne prouve que cette condition n'est ni nécessaire ni suffisante; de telle sorte qu'on peut quelquefois parvenir au but, quelque loin que soit la valeur de départ de



Digitized by Google

celle à laquelle on veut parvenir, tandis qu'au contraire on peut le manquer, quelque peu différentes que soient ces deux valeurs.

M. Gergonne pense que le moyen le plus propre à jeter du jour sur cette méthode est de la traduire en procédé graphique. Il remarque d'abord, que déterminer une racine $r$ de l'équation $Fx=o$, c'est, comme l'on sait, déterminer la distance $r$ de l'origine à l'une des intersections de l'axe des $x$ avec la courbe parabolique donnée par l'équation $y=Fx$. Or, si $p$ est une longueur plus grande que $r$, la méthode d'approximation de Newton consiste à poser successivement

$$p-\frac{Fp}{F'p}=p_1,$$
$$p_1-\frac{Fp_1}{F'p_1}=p_2,$$
$$p_2-\frac{Fp_2}{F'p_2}=p_3,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

et il faut, pour son succès, que les grandeurs, $p_1, p_2, p_3 \ldots$ finissent par converger vers la valeur cherchée $r$. Or cette suite d'équations revient au procédé graphique que voici : soit O l'origine des coordonnées, soit R l'une des intersections de l'axe des $x$ avec la courbe parabolique, et soit enfin OR la racine dont on poursuit l'approximation. Soit prise sur l'axe des $x$ une longueur $OP > OR$; soient menées l'ordonnée PM, et la tangente $MP_1$, coupant l'axe des $x$ en $P_1$; soient menées l'ordonnée $P_1M_1$, et la tangente $M_1P_2$ coupant l'axe des $x$ en $P_2$; soient menées l'ordonnée $P_2M_2$, et la tangente $M_2P_3$, coupant l'axe des $x$ en $P_3$, et ainsi de suite; $OP$, $OP_1$ $OP_2$, $OP_3$,...seront les valeurs de $p$, $p_1 p_2$, $p_3$,....; de sorte que le succès de la méthode tiendra à ce que ces longueurs, constamment décroissantes, aient OR pour limite. Or il est aisé de voir qu'il en sera nécessairement ainsi, toutes les fois que, dans toute l'étendue de l'axe MR, la courbe parabolique ne présentera ni sommets ni points d'inflexion, ou, ce qui revient au même, toutes les fois que, dans l'intervalle de $r$ à $p$, les trois fonctions $Fx$, $F'x$, $F''x$, conserveront leurs signes, et que les deux premières, abstraction faite de ces signes, seront constamment croissantes; pourvu toutefois qu'on prenne $p$ plus grand ou plus

petit que $r$, suivant qu'entre ces mêmes limites $Fx$ et $F'x$ seront de mêmes signes ou de signes contraires.

Telles seront donc aussi les conditions suffisantes pour le succès de la méthode d'approximation de Newton. Nous disons *suffisantes*, car cette méthode pourrait fort bien réussir dans le cas même où ces conditions ne seraient pas satisfaites; mais alors son succès ne serait dû qu'à un heureux hazard.

Quand cette méthode réussit, elle donne des valeurs de plus en plus approchantes de la véritable, mais toutes plus grandes ou toutes plus petites qu'elle ; on sait donc qu'on en approche de plus en plus, sans pouvoir assigner la limite de l'erreur dont chaque approximation est affectée ; ce qui n'est point tolérable dans l'état actuel de l'analyse. La méthode d'approximation de Newton réclame donc un complément au défaut duquel elle ne pourrait vraisemblablement être employée; et c'est encore à la géométrie que M. Gergonne demande ce complément.

Soit toujours supposé $p = OP$ plus grand que la racine $r = OR$; soit pris $OQ < OR$; soient menées l'ordonnée $QN$, et la parallèle $NQ_1$ à $MP_1$, coupant l'axe des $x$ en $Q_1$; soient menées l'ordonnée $Q_1N_1$, et la parallèle $N_1Q_2$ à $M_1P_2$, coupant l'axe des $x$ en $Q_2$; soient menées l'ordonnée $Q_2N_2$ et la parallèle $N_2Q_3$ à $M_2P_3$, coupant l'axe des $x$ en $Q_3$, et ainsi de suite; il est visible que, si l'arc $RN$ ne présente ni sommets ni points d'inflexion, les longueurs $OQ$, $OQ_1$, $OQ_2$,.... toujours croissantes, tendront constamment vers la racine $OR$. On aura

$$OR \text{ entre } \begin{cases} OP \text{ et } OQ, \\ OP_1 \text{ et } OQ_1, \\ OP_2 \text{ et } OQ_2, \\ \dots\dots\dots ; \end{cases}$$

de sorte qu'à chaque approximation on aura une limite de l'erreur commise.

Ce procédé, traduit en analyse, revient à ce qui suit : soit $q$ un nombre $< r$, soit posé successivement

$$q + \frac{Fq}{F'p} = q_1,$$

$$q_1 + \frac{Fq_1}{F'p_1} = q_2,$$

$$q_2 + \frac{Fq_2}{F'p_2} = q_3,$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots ;$$

Digitized by Google

les valeurs $q, q_1, q_2, q_3, \ldots$ toujours croissantes, tendront sans cesse vers la racine $r$, qui se trouvera ainsi successivement comprise entre les limites $p$ et $q$, $p_1$ et $q_1$, $p_2$ et $q_2$, .....

M. Gergonne fait observer, en terminant, qu'un des principaux avantages de la méthode d'approximation de Newton est de s'appliquer tout aussi bien à plusieurs équations entre un égal nombre d'inconnues qu'à une equation qui n'en renferme qu'une seule. Il s'étonne d'autant plus de ne voir cette remarque consignée dans aucun traité élémentaire qu'elle est d'une application continuelle en astronomie.

42. Arithmétique de Bezout, avec des notes nombreuses; par M. Prince, professeur de mathématiques. 3e édition, revue, corrigée et beaucoup augmentée. In-8° de viii-386 p.; prix, 2 fr. 50 c. Paris 1829; Bachelier.

L'arithmétique de Bezout est encore une des meilleures que l'on possède, surtout à cause de sa clarté; c'est avec raison qu'on l'a mise au nombre des ouvrages classiques. M. Prince y a fait des additions qui la rendent plus complète. Il a jugé convenable de placer ses notes au bas des pages et non à la suite de l'ouvrage, afin que le lecteur eût en même temps sous les yeux le texte et les notes. La plupart de ces additions sont relatives à des principes ou à des démonstrations qui manquent dans le livre de Bezout.

43. La géométrie des gens du monde, renfermant, à côté d'une théorie facile, un grand nombre d'applications et de considérations utiles. Cours élémentaire; par M. Maréchal-Duplessis, directeur du collége de Vendôme. 90 p. in-4°, avec 18 pl.; prix, 6 fr. Paris, 1829; Nyon.

Cet ouvrage remplit parfaitement le dessein que l'auteur s'est proposé. Il mérite d'être recommandé comme étant propre à inspirer le goût de la géométrie, et à faire connaître les usages principaux de cette science, aux personnes qui n'ont pas l'intention ou le loisir de l'étudier par principes, et qui veulent en prendre une idée générale. Les vérités géométriques y sont présentées de la manière la plus simple, débarrassées de l'appareil des démonstrations et accompagnées d'une multitude d'applications intéressantes, telles que la mesure des distances

Digitized by Google

et des hauteurs, le levé des plans, la construction des cartes, la fortification, la perspective, etc. Les figures sont faites avec beaucoup de soin.

44. Ueber die Bewegung, etc. — Mémoire sur le mouvement des liquides dans les vases; par le Dr J. R. Mérian. 53 p. in-4°. Bâle, 1828; Schweighauser.

MM. Cauchy et Poisson ont les premiers déterminé les lois du mouvement des ondes produites dans un liquide pesant d'une profondeur et d'une étendue indéfinies, par l'immersion d'un corps solide d'une forme arbitraire. L'auteur du mémoire que nous annonçons a considéré le mouvement des ondes dans un bassin ayant la forme d'un parallélepipède rectangle ou celle d'un cylindre droit à base circulaire. En supposant la surface initiale du liquide arbitraire (dans ses deux dimensions), ces deux problèmes sont compris dans la classe de ceux qui se résolvent à l'aide des méthodes que M. Fourier a données dans sa Théorie de la chaleur.

L'usage habile que M. Merian a fait de ces méthodes, prouve qu'il est versé dans cette analyse nouvelle. D'après la date de son mémoire, importante pour l'explication des phénomènes physiques, il ne peut pas avoir eu connaissance des solutions que MM. Corancez et Poisson ont données pour le cas du bassin cylindrique; le travail de M. Corancez n'ayant pas été publié, et celui de M. Poisson ayant été inséré dans le n° de février 1829 des *Annales de mathématiques*. C. S.

45. Exercices de mathématiques; par M. Cauchy. 43e et 44e livraisons. Paris; de Bure.

Les deux livraisons que nous annonçons, formant un seul cahier, renferment des recherches d'analyse importantes.

Le 1er article a pour objet *la détermination du résidu intégral de quelques fonctions*. M. Cauchy a donné, dans le tom. II de ses exercices, une formule à l'aide de laquelle on peut déterminer, dans un très-grand nombre de cas, le résidu intégral d'une fonction. Il en a déduit comme conséquence la sommation d'une multitude de séries plus ou moins remarquables, parmi lesquelles sont comprises comme cas très-particuliers,

Digitized by Google

presque toutes celles dont Euler s'est occupé dans son Introduction à l'analyse des infinis. M. Cauchy, dans son nouvel article, complète sa théorie, en examinant un cas qu'il n'avait pas considéré jusqu'ici, celui où la fonction proposée devient infinie pour une infinité de valeurs de la variable, dont les modules diffèrent très-peu de zéro. Il fait voir comment il faut, dans ce cas, modifier sa formule générale. En appliquant ses remarques à des fonctions particulières, il obtient plusieurs formules nouvelles, parmi lesquelles nous citerons la suivante :

$$\frac{1+x^2}{1-x^2}.\textit{tang}.\frac{\pi x^2}{2}+\frac{1}{3}.\frac{9+x^2}{9-x^2}.\textit{tang}.\frac{\pi x^2}{6}+\frac{1}{5}.\frac{25+x^2}{25-x^2}.\textit{tang}.\frac{\pi x^2}{10}+\text{etc}.$$
$$=\frac{\pi}{4}.\textit{tang}^2.\frac{\pi x}{2}.$$

Cet article est suivi d'un mémoire de 40 pages, *sur l'usage du calcul des résidus par l'évaluation ou la transformation des produits composés d'un nombre fini ou infini de facteurs.* Un court extrait de ce mémoire a paru dans le Bulletin de septembre dernier. Nous n'essaierons pas d'en donner une plus ample analyse, les formules générales de l'auteur ayant besoin, pour être bien comprises, d'être accompagnées de leur démonstration. Ce travail est une belle application des méthodes qui constituent le calcul des résidus; il roule sur l'un des points les plus difficiles et les plus intéressans de l'analyse; savoir, la décomposition d'une fonction transcendante en facteurs binomes linéaires, correspondans aux diverses valeurs réelles ou imaginaires de la variable, qui réduisent la fonction à zéro.

Le dernier article de ce cahier est relatif *aux corps solides ou fluides, dans lesquels la condensation ou dilatation linéaire est la même en tous sens.* Concevons qu'un corps solide vienne à changer de forme, et que par l'effet d'une cause quelconque, il passe d'un premier état naturel ou artificiel à un second état distinct du premier. Supposons que le point matériel correspondant aux coordonnées $x$, $y$, $z$, dans le second état du corps, soit celui qui, dans le premier état, avait pour co-ordonnées $x$-$\xi$, $y$-$z$, $z$-$\zeta$. Si l'on prend $x$, $y$, $z$ pour variables indépendantes, $\xi$, $\eta$, $\zeta$, seront des fonctions de $x$, $y$, $z$ qui mesureront les déplacemens du point que l'on considère parallèlement aux axes. Soit

Digitized by Google

encore $r$ le rayon vecteur mené dans le second état du corps de la molécule $m$ qui a pour coordonnées $x$, $y$, $z$ à une autre molécule très-voisine $m'$ et $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, les angles formés par la ligne $r$ avec les axes. Si l'on désigne par $\frac{r}{1+\varepsilon}$ la distance primitive des deux molécules $m$, $m'$, la valeur de $\varepsilon$, positive ou négative, sera la mesure de la dilatation ou de la condensation *linéaire* du corps, suivant la direction du rayon $r$. Celà posé, en admettant que les déplacemens $\xi$, $\eta$, $\zeta$ soient très-petits, on aura (*Voyez Bulletin* de mars 1829, pag. 177)

$$\varepsilon = \frac{d\xi}{dx}\cos^2\alpha + \frac{d\eta}{dy}\cos^2\beta + \frac{d\zeta}{dz}\cos^2\gamma$$
$$+\left(\frac{d\eta}{dz}+\frac{d\zeta}{dx}\right)\cos\beta.\cos\gamma + \left(\frac{d\zeta}{dx}+\frac{d\xi}{dz}\right)\cos\gamma.\cos\alpha$$
$$+\left(\frac{d\xi}{dy}+\frac{d\eta}{dx}\right)\cos\alpha.\cos\beta. \quad (1)$$

Or, on peut demander quelles conditions doivent remplir $\xi$, $\eta$, $\zeta$, considérées comme fonctions de $x$, $y$, $z$, pour que la condensation ou dilatation linéaire du corps reste la même en tous sens autour de chaque point, c'est-à-dire, pour que la valeur numérique de $\varepsilon$ donnée par la formule qui précède, soit indépendante des angles $\alpha$, $\beta$, $\gamma$.

M. Cauchy trouve, par une analyse élégante, que $\varepsilon$ doit être alors une fonction linéaire de $x$, $y$, $z$, de la forme $ax + by + cz + k$, $a$, $b$, $c$, $k$ étant des quantités constantes, et qu'on doit avoir en même temps

$$\xi = (ax+by+cz+k)\,x - \tfrac{1}{2}a(x^2+y^2+z^2) + hy - gz + l$$
$$\eta = (ax+by+cz+k)\,y - \tfrac{1}{2}b(x^2+y^2+z^2) + fz - hx + m$$
$$\zeta = (ax+by+cz+k)\,z - \tfrac{1}{2}c(x^2+y^2+z^2) + gx - fy + n$$

$f$, $g$, $h$, $l$, $m$, $n$ étant aussi des constantes C. S.

46. Second mémoire sur les résultats moyens, et sur les erreurs des mesures; par M. Fourier (*Recherches statistiques sur la ville de Paris et le département de la Seine.* Paris, 1829; Imprim. roy.).

La précieuse collection dont fait partie le mémoire que nous annonçons, se publie depuis plusieurs années. Il en paraît chaque

Digitized by Google

année un volume qui contient, outre les tableaux et les descriptions statistiques, des mémoires destinés à l'exposition des théories nécessaires pour éclaircir et diriger les recherches, et pour soumettre les faits à une juste appréciation. M. Fourier concourt au succès de ce recueil, par le secours de ses lumières et la part qu'il prend à la rédaction. On lui est redevable de plusieurs mémoires dans lesquels il s'est proposé de faire connaître certains principes généraux que fournit l'analyse mathématique appliquée à plusieurs questions qui ont rapport à la statistique. M. Fourier a porté dans l'exposition de ces principes, la clarté et la profondeur qu'on admire dans toutes ses productions. Les géomètres doivent regretter que la nature du recueil dont ces mémoires font partie n'ait pas permis au savant auteur de donner les démonstrations des propositions qu'il ne fait qu'énoncer; mais ces démonstrations, malgré la simplicité des théorèmes, exigent l'emploi de la plus haute analyse, et dès lors elles ne pouvaient trouver place dans ce recueil qui s'adresse à toutes les classes de lecteurs. C'est pour mettre ses théories à la portée de tous, que M. Fourier les a développées avec plus de détails qu'il ne l'eût fait sans doute, s'il n'eût écrit que pour les géomètres.

Le tome III[e] contient un mémoire où M. Fourier a donné une règle qui sert à estimer la précision des résultats moyens déduits d'un grand nombre d'observations. On a fait des applications remarquables de cette règle ; on peut citer comme exemple un travail dû à M. Puissant, qui, dans un supplément à son traité de géodésie, a présenté les conséquences d'un très grand nombre d'observations de latitude.

On a aussi appliqué la même méthode à la détermination de la durée des générations humaines dans un pays et dans un siècle donné, question dont on avait remarqué depuis longtemps l'importance, mais qui toutefois n'avait point encore été soumise au calcul.

Après avoir exactement défini les élémens de cette question, on a pu faire usage de la règle dont il s'agit, et l'on a reconnu que le nombre des faits qu'il était nécessaire de recueillir, n'excède pas celui que l'on peut déduire des registres publics conservés à l'hôtel de la ville de Paris. Ce travail dont M. Villot est l'auteur, a fait connaître, avec une précision suffisante, la

Digitized by Google

durée des générations viriles à Paris, durant le 18e siècle, et ce qui est remarquable, on a pu déterminer les limites de l'erreur, ensorte que l'on connaît deux nombres assez peu différens, entre lesquels la valeur exacte est certainement comprise. Les résultats de cette recherche nouvelle se trouvent dans la série des tableaux du volume qui renferme le mémoire que nous annonçons.

Dans ce nouveau mémoire, M. Fourier s'est proposé de compléter l'usage de la règle qu'il a donnée dans celui du tome IIIe, en y ajoutant un procédé du même genre, pour découvrir suivant quelle loi l'erreur d'un résultat dépend des erreurs partielles des mesures. L'auteur ayant donné lui-même le résumé de son travail à la fin du mémoire, nous ne pouvons mieux faire que de reproduire ce résumé dans le Bulletin.

»Plusieurs quantités $a$, $b$, $c$, etc., sont regardées comme connues, parce que la valeur de chacune d'elles est mesurée au moyen d'un instrument dont l'application peut être répétée. Une quantité inconnue $x$ est exprimée par une certaine fonction des données $a$, $b$, $c$, etc.; la nature de cette fonction est connue, c'est-à-dire que l'on sait de quelle manière il faut opérer sur les données $a$, $b$, $c$... etc., pour que le résultat de la dernière opération soit l'inconnue $x$; chacune des données $a, b, c$.... est sujette à une certaine erreur de mesure que l'on doit regarder comme inévitable, mais qui ne peut excéder certaines limites. Il est évident que les erreurs de toutes ces mesures influent sur l'erreur de l'inconnue $x$. La question consiste à déterminer exactement les limites entre lesquelles l'inconnue $x$ est comprise, lorsque l'on connaît les limites de chacune des données $a$, $b$, $c$, etc. Tant que ce dernier problème n'est point résolu, on ne se forme qu'une idée imparfaite de l'erreur du résultat $x$.

Pour résoudre la question précédente, il faut premièrement déterminer pour chacune des grandeurs $a$, $b$, $c$., les limites entre lesquelles leur valeur est comprise. On trouve ces limites en répétant plusieurs fois l'application de l'instrument et en faisant usage de la règle générale énoncée dans le mémoire précédent, inséré au tome III de ce Recueil. Cette règle consiste à déduire les limites cherchées des différentes valeurs que l'on a obtenues en mesurant plusieurs fois une même quantité telle que $a$.

Digitized by Google

On calcule d'abord la valeur moyenne de ces diverses quantités $a_1$, $a_2$, $a_3$ ... $a_m$ en divisant leur somme $a_1 + a_2 + a_3 ... + a_m$ par leur nombre $m$. On prend ensuite le carré de ces différentes valeurs, et l'on divise la somme $a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + ... a_m$ de ces carrés par leur nombre $m$, ce qui donne la valeur moyenne de ces carrés, savoir :

$$\frac{1}{m}(a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 \ldots + a_m).$$

On compare cette valeur moyenne des carrés au carré de la valeur moyenne, savoir : $\left\{\frac{1}{m}(a_1 + a_2 + a_3 \ldots + a_m)\right\}^2$, et l'on retranche de la valeur moyenne des carrés le carré de la valeur moyenne.

Le reste est ainsi exprimé :

$$\frac{1}{m}(a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + \ldots + a_m^2) - \left\{\frac{1}{m}(a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a^2)\right\}^2$$

On divise le double de ce reste par le nombre m, et l'on extrait la racine carrée du quotient, désignant par g cette racine carrée, on a

$$g = \sqrt{\frac{2}{m}\left(a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + \ldots + a_m^2\right) - \left(\frac{a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_m}{m}\right)^2}$$

C'est ce nombre $g$ qui fait connaître la limite de l'erreur de la quantité mesurée $a$; il suffit de prendre le triple du nombre $g$; on doit regarder comme certain dans la pratique que la valeur exacte de a est comprise entre $a - 3g$ et $a + 3g$. L'erreur positive ou négative de la valeur $a$ donnée par la mesure est moindre que $\pm 3g$.

Pour connaître le sens exact de cette proposition, il faut considérer que si l'on pouvait répéter un nombre infini de fois la mesure de la quantité $a$, et si l'on prenait la valeur moyenne de ce nombre infini de valeurs différentes qu'on aurait obtenues, cette moyenne serait une quantité entièrement fixe, c'est-à-dire qu'en mesurant de nouveau une infinité de fois cette même grandeur, la moyenne que l'on obtiendrait par cette nouvelle opération ne différerait aucunement de celle que l'on aurait obtenue par l'opération précédente. La valeur moyenne d'une infinité de résultats donnés par la mesure d'une même grandeur est invariable; on la trouverait toujours la même.

Digitized by Google

Cette dernière proposition est démontrée depuis long-temps; elle dérive d'un principe fondamental de l'analyse des probabilités. Nous désignons par A ce résultat moyen et invariable d'un nombre infini de mesures d'une certaine grandeur *a*.

Si cette grandeur n'a pas été mesurée un nombre infini de fois, mais seulement un nombre de fois fini et désigné par *m*, la valeur moyenne de ces *m* mesures diffère en général de la quantité fixe A, et c'est la différence de cette valeur moyenne *a* à la grandeur fixe A que nous appelons l'erreur de *a* : or cette erreur de *a* est comprise entre $a - 3\,g$ et $a + 3\,g$.

Il est nécessaire de remarquer que cette conséquence s'applique aux erreurs *fortuites* dont la valeur *a* peut être affectée, soit en plus, soit en moins. Si l'instrument de mesure était sujet à une erreur constante qui se reproduirait toujours, et autant de fois qu'on appliquerait l'instrument, il est manifeste que cette erreur uniforme subsisterait aussi dans la valeur moyenne, quelque grand que pût être le nombre des applications du même instrument. Quant aux erreurs fortuites, elles disparaissent de plus en plus à mesure que le nombre des opérations devient plus grand. On peut toujours, en répétant indéfiniment le nombre des mesures, faire disparaître toutes les erreurs fortuites, c'est-à-dire que la différence de la valeur moyenne à la grandeur fixe A, devient de plus en plus petite, lorsqu'on augmente le nombre des mesures; et cette erreur peut devenir moindre que toute quantité donnée.

On détermine par un calcul semblable l'erreur moyenne de la grandeur mesurée *a*; pour cela on ne multiplie point par 3 le nombre précédent *g*; on multiplie ce nombre par le facteur 0,47708. Ce produit est l'erreur moyenne de *a*, et la probabilité de cette erreur est un demi, c'est-à-dire qu'on est aussi fondé à croire que l'erreur de a surpasse le produit, que l'on est fondé à croire que cette erreur de a est au-dessous du même produit.

Ainsi la limite de l'erreur positive ou négative dont la valeur *a* peut être affectée, est $+ 3\,g$, et l'erreur de *a* qui a pour probabilité un demi est $(0{,}47708)\,g$ : c'est cette dernière erreur que nous appelons *moyenne*. Quand au produit $3\,g$, il exprime la plus grande erreur que l'on puisse dans la pratique attribuer à la quantité mesurée *a* : cette plus grande erreur n'est pas

Digitized by Google

rigoureusement impossible ; mais sa probabilité est extrêmement petite ; elle tombe au-dessous d'un vingt-millième. Après avoir ainsi déterminé la limite de l'erreur de $a$ et l'erreur moyenne de cette même quantité $a$, il faut en déduire, 1° la limite de l'inconnue $x$ ; 3° l'erreur moyenne de cette même inconnue $x$, qui est une certaine fonction F ( $a$, $b$, $c$.., etc. ) des grandeurs mesurées $a$, $b$, $c$, $d$, etc. Pour résoudre ces deux questions, on opérera comme il suit sur la fcontion donnée F ($a$, $b$, $c$...). 1° On désigne par D $a$ la limite de l'erreur de l'une des données $a$, et par D $b$, D $c$.... etc., les limites des erreurs des autres données $b$, $c$, etc. ; ces petites quantités D $a$, D $b$, D $c$, etc., sont connues par l'application du procédé que l'on vient de rapporter. Cela posé, on substitue pour $a$, $b$, $c$, $d$..., etc., dans la fonction F ( $a$, $b$, $c$... etc. ), les valeurs qui résultent immédiatement des mesures, ce qui donne un premier résultat F ; ensuite on augmente une seule des grandeurs telles que $a$ de cette petite quantité D $a$ qui exprime la limite de l'erreur de $a$, et l'on calcule la nouvelle valeur F ( $a$ + D $a$, $b$, $c$... etc. ), c'est-à-dire que l'on recommence le calcul précédent en faisant varier la seule grandeur $a$ de l'accroissement D $a$, et conservant à toutes les autres données leurs valeurs précédentes. On trouve aussi un second résultat $F_1$, qui diffère très-peu de F. Nous désignons par $D_a F$ la différence $F_1 - F$, pour indiquer qu'elle provient de l'accroissement D $a$ attribué à la seule donnée $a$ dans la fonction F ( $a$, $b$, $c$, etc. ). On opère de la même manière pour une autre donnée $b$, et successivement pour toutes les autres $c$, $d$, $e$, etc, et l'on trouve les différences $D_a^1 F$, $D_b F$, $D_c F$... etc. qui répondent aux variations D $a$, D $b$, D $c$... etc. Il ne reste plus qu'à prendre les carrés de ces différences ; et la racine carrée de la somme de ces carrés. L'expression

$$Dx = \sqrt{(D_a F)^2 + (D_b F)^2 + (D_c F)^2 + \text{etc.}}$$

est celle de la limite D $x$ de l'erreur de l'inconnue $x$ : on est assuré que la valeur de $x$ est comprise entre F ( $a$, $b$, $c$... etc. ), — D $x$ et F ( a, b, c..., etc. ) + D $x$. 2° Si maintenant on désigne par $d\,a$ l'erreur moyenne de l'une des grandeurs connues $a$, et par $d\,b$, $d\,c$..., etc., l'erreur moyenne de chacune des autres données $b$, $e$, etc., ces erreurs moyennes seront données par l'application de la règle que l'on a rapportée plus haut, et qui consiste à multiplier $g$ par le facteur 0,47708. On fera va-

Digitized by Google

varier une seule des grandeurs, telles que $a$, de la petite différence $d\,a$, et l'on obtiendra un résultat qui, étant comparé à F ($a, b, c$...) donne une différence que nous désignons par $d_a$F. Ayant déterminé ces différences pour chacune des autres quantités $b, c$..., etc., on ajoute tous les carrés et l'on prend la racine carrée de la somme. L'expression

$$dx = \sqrt{(d_a \mathrm{F})^2 + (d_b \mathrm{F})^2 + (d_c \mathrm{F})^2 + \text{etc.}}$$

est celle de l'erreur moyenne de l'inconnue $x$; la probabilité de cette erreur est $\frac{1}{2}$; il est précisément aussi possible que l'erreur commise en prenant $x$ égale à F ( $a, b, c$..., etc. ) surpasse cette erreur moyenne $dx$, qu'il est possible que l'erreur commise soit au-dessous de cette même erreur moyenne.

On peut aussi trouver, par le calcul différentiel, les petits accroissemens que nous avons désignés par $\mathrm{D}_a$F, $\mathrm{D}_b$F, $\mathrm{D}_c$ F..., etc., ou $d_a$F, $d_b$F, etc., en différenciant la fonction donnée F ($a, b, c$...) par rapport aux quantités $a$, $b$, $e$, etc.; mais l'opération pratique qui vient d'être indiquée supplée à ce calcul; et si l'on excepte des cas très-simples où la différenciation exige peu de calcul, on trouvera que la règle usuelle qui vient d'être donnée conduit beaucoup plus promptement à la connaissance des valeurs de $\mathrm{D}_a$F, $\mathrm{D}_b$F... $\mathrm{d}_a$F, $\mathrm{d}_b$F, etc.

Au reste, pour la facilité de l'application, on doit faire les remarques suivantes. Dans la fonction donnée F ($a, b, c$... ), il s'agit de faire varier une seule des grandeurs, par exemple $a$, d'une très-petite quantité D $a$ que l'on vient de déterminer par la règle des résultats moyens. On fera d'abord varier $a$ d'un petit accroissement exprimé par un nombre simple, par exemple, d'une minute ou d'une seconde, si a est un angle, ou d'un centimètre ou d'un millimètre, si a est une longueur. On fera donc, dans la valeur précédente de $x$ = F ($a, b, c$..., etc.) qui vient d'être calculée, la petite correction que doit produire cet accroissement d'une seconde ou d'un millimètre. Il ne restera plus qu'à multiplier cette correction par la valeur trouvée pour D$a$, etc. En opérant de cette manière pour toutes les autres variations D$d$, D $c$... $d\,b$, $d\,c$..., on obtiendra facilement les accroissemens $\mathrm{D}_a$F, $\mathrm{D}_b$F, $\mathrm{d}_a$F, $\mathrm{d}_b$F..., qui entrent sous le signe radical dans l'expression de la limite D$x$ ou de l'erreur moyenne $dx$. Le calcul numérique que cette règle exige est beaucoup plus

prompt que celui qui proviendrait des différenciations presque toujours compliquées des formules trigonométriques.

Les règles précédentes déterminent donc, 1° l'expression de la limite de l'erreur d'une inconnue $x$ qui est une fonction donnée F ( $a$, $b$, $c$... etc. ) de grandeurs mesurées $a$, $b$, c...; 2° l'erreur moyenne de cette même inconnue, c'est-à-dire, l'erreur dont la probabilité est $\frac{1}{2}$. Ces deux résultats complètent la connaissance que fournit le calcul, et l'on se forme ainsi une juste idée de l'erreur à laquelle on est exposé dans chaque application.

L'expression analytique de la limite de l'erreur de l'inconnue ou de l'erreur moyenne conduit à une autre conséquence remarquable; elle fait connaître comment les grandeurs mesurées concourent à déterminer soit la limite $Dx$, soit l'erreur moyenne $dx$, et par conséquent elle sert à résoudre cette question : Quelles sont les valeurs des données $a$, $b$, $c$... les plus favorables à la précision du résultat du calcul? Ces valeurs sont celles qui donneraient la moindre valeur possible à la limite $Dx$ de l'erreur de l'inconnue, et par conséquent à l'erreur moyenne $dx$. Ainsi, dans les opérations trigonométriques dont l'objet est de déduire de certaines grandeurs qui peuvent être mesurées, d'autres grandeurs que l'on ne pourrait point mesurer immédiatement, il est important de connaître quelles sont, parmi les conditions dont on peut disposer, celles qui rendraient le résultat plus précis. Il est facile de les distinguer quand l'expression trigonométrique est très-simple, par exemple lorsqu'on veut conclure une hauteur verticale de la mesure d'une base horizontale et de l'angle à la base; mais dans des cas un peu plus composés, la solution régulière de la question doit être fondée sur les théorèmes énoncés dans le présent mémoire. Non seulement on parvient ainsi à connaître les conditions de figure qui doivent être préférées, ou dont il faut se rapprocher le plus qu'il est possible, mais on distingue quelles sont les quantités qu'il importe le plus de mesurer avec précision. On peut estimer par cette théorie le degré de précision du résultat, et comparer numériquement celle qui résulte de certaines conditions de figures avec celle qu'on obtiendrait si ces conditions étaient différentes. Nous avons, dans notre premier mémoire sur les résultats moyens, donné une règle générale et facile pour

Digitized by Google

estimer le degré d'exactitude de ces résultats. Nous étendrons maintenant l'usage de cette règle à tous les cas où l'on déduit par le calcul une valeur inconnue de diverses quantités qui peuvent être mesurées immédiatement, mais dont la détermination est sujette à des erreurs inévitables. Il en résulte que la valeur calculée est elle-même sujette à une erreur correspondante. Nous déterminons les limites de cette erreur. L'emploi du calcul devient ainsi comparable à celui d'un instrument dont on connaît exactement la précision. »

Dans le cours de son mémoire, M. Fourier a fait l'application de ces principes à des exemples particuliers. Il a déterminé les limites des erreurs qu'on peut commettre dans l'évaluation d'une longueur composée d'un grand nombre de parties que l'on mesure successivement, dans le calcul du volume d'un parallélepipède dont on mesure les trois dimensions, et dans le calcul d'une hauteur verticale. C. S.

47. Mémoire sur l'écoulement des fluides élastiques dans les vases et les tuyaux de conduite; par M. Navier; lu à l'Académie des sciences le 1^er^ juin 1829. (*Journal du Génie civil;* novembre 1829.)

Quoique la théorie générale du mouvement des fluides soit encore fort imparfaite, il existe néanmoins des formules et des règles appuyées, en grande partie, sur des recherches expérimentales qui peuvent servir à déterminer avec une exactitude suffisante les circonstances de l'écoulement des fluides incompressibles pour les principaux cas qui se rencontrent dans les applications. Ces formules ont été obtenues au moyen de ce qu'on nomme l'hypothèse du parallélisme des tranches, établie par Daniel Bernouilli et dont ce célèbre géomètre a fait, aussi bien que D'Alembert, de nombreuses applications. En employant convenablement cette hypothèse, on parvient à des résultats sensiblement conformes à l'expérience, soit par l'évaluation des quantités de fluides écoulées dans des temps donnés, soit pour celle des prendons qui ont lieu dans les diverses parties du fluide, toutes les fois que la longueur des vases, n'étant pas très-grande par rapport à la largeur, l'adhésion du fluide aux parois influe peu sur la nature du mouvement. Lagrange a d'ailleurs remarqué que l'hypothèse dont il s'agit donnait une première ap-



Digitized by Google

proximation, et que l'emploi qu'on en faisait supposait que l'on négligeait seulement les quantités très-petites du second ordre, les largeurs du vase étant regardées comme très-petites du premier ordre.

La connaissance des lois du mouvement des fluides élastiques quoique moins importante et d'une application moins fréquente que celle des lois du mouvement des liquides, est toutefois très-digne d'intérêt. Elle pourrait surtout devenir fort utile pour guider l'établissement des conduites des gaz servant à l'éclairage ou de l'air condensé par les machines soufflantes dans les travaux d'exploitation des mines. Il n'existe encore sur ce sujet que des notions très-imparfaites, auxquelles les travaux récens de plusieurs habiles ingénieurs permettent d'en substituer de plus exactes. M. Navier a pensé qu'il pouvait être utile d'appliquer à ces questions l'hypothèse du parallélisme des tranches.

Avant d'exposer les résultats auxquels il est parvenu, il rappelle brièvement les formules dues à D. Bernouilli et reproduites dans plusieurs ouvrages, par le moyen desquelles on évalue communément le produit de l'écoulement des fluides élastiques. Il fait voir que les hypothèses qui ont servi à établir ces formules ne peuvent point être regardées comme exactes.

Pour écarter les principales difficultés de cette recherche, M. Navier admet que le fluide s'écoule hors d'un réservoir du gazomètre dans lequel la pression est maintenue constante, et que le mouvement de ce fluide est parvenu à l'état d'uniformité qui peut être regardé comme un fait établi par l'observation, et qui consiste en ce que la vitesse et la pression demeurent constamment les mêmes dans chaque partie du vase. On suppose un vase ABCD où la grandeur des sections transversales ne varie d'un point à un autre que par degrés insensibles, dont l'axe MN est horizontal ( ce qui permet de négliger l'influence de la pesanteur ), et que l'on peut regarder comme un prolongement du gazomètre. On admet que par la manière dont le fluide se renouvelle, ou dont le volume du gazomètre est diminué, la pression est maintenue constante dans la *première section AB* du vase. La section CD forme l'autre extrémité du tuyau, et la pression est aussi supposée constante à cette der-

nière section. L'écoulement du fluide qui s'opère dans le sens MN est le résultat de l'excès de la pression intérieure qui a lieu dans la section AB sur la pression extérieure qui a lieu dans la section CD. On nomme $\Omega$ l'aire de la section AB.

$\Omega'$ l'aire de la section CD qui est l'orifice d'écoulement.

$\omega$ l'aire d'une section quelconque $\alpha\beta$ faite dans le vase perpendiculairement à l'axe MN.

$x$ la distance de la section $\alpha\beta$ à la section AB.

$u$ la vitesse de la tranche de fluide placée en $\alpha\beta$.

U la vitesse de celle qui franchit CD.

P, P', $p$, les pressions qui ont lieu respectivement dans les sections AB, CD et $\alpha\beta$.

$\rho$ la masse de l'unité de volume ou la densité du fluide qui se trouve dans la section $\alpha\beta$.

$t$ le temps écoulé.

On a $p=k\rho$, $k$ étant un nombre constant lorsque la température est constante.

Cela posé l'hypothèse du parallélisme des tranches consiste, comme on sait, en ce que le fluide contenu dans le vase étant supposé partagé en tranches infiniment minces par des plans perpendiculaires à l'axe MN, toutes les molécules contenues dans chaque tranche sont supposées animées de vitesses égales et supporter des pressions égales. On admet de plus que toutes ces tranches contiennent des masses égales de fluide, ensorte que la même masse de fluide qui a formé la première tranche en AB formera successivement toutes les autres tranches, quand elle passera de la section AB à la section extrême CD. On obtiendra l'équation du mouvement de la tranche quelconque placée en $\alpha\beta$, en remarquant que la masse de cette tranche est $\rho.\omega dx$, que la force à laquelle est dû son mouvement est $\rho.\,\omega dx.\frac{du}{dt}$, et que la force à laquelle elle est soumise par l'effet des actions mutuelles des tranches est $-\omega dp$. On a donc

$$-\omega\, dp = \rho\, \omega\, dx \,.\, \frac{du}{dt}.$$

ou, parce que $p = k\rho$.

$$-k\frac{dp}{p} = dx \,.\, \frac{du}{dt}.$$

Pour intégrer cette équation, il faut remarquer que le mou-

BIBLIOTHÈQUE DE LA VILLE LYON *1893*



Digitized by Google

vement du fluide étant supposé uniforme, la même masse doit passer en même temps dans toutes les sections transversales, ensorte que la quantité $\rho\omega u$ et par conséquent $p\omega u$ conserve pour toutes les sections une valeur constante. On a donc

$$p\,\omega\,u = \mathrm{P}'\Omega'\,\mathrm{U} \quad \text{d'où } u = \frac{\mathrm{P}'\Omega'\,\mathrm{U}}{p\,\omega}$$

$$\text{et } \frac{du}{dt} = -\frac{\mathrm{P}'\,\Omega'\,\mathrm{U}}{p^2\,\omega^2}\cdot\frac{d.(p\,\omega)}{dx}\cdot\frac{dx}{dt},$$

puisque U est constante et que $p$ et $\omega$ varient seules par le changement de position de la tranche. En substituant cette valeur dans l'équation (1) où l'on remplacera $\frac{dx}{dt}$ par $u$ ou $\frac{\mathrm{P}'\,\Omega'\,\mathrm{U}}{p\,\omega}$, cette équation deviendra

$$k\,\frac{dp}{p} = \mathrm{P}'^2\,\Omega'^2\,\mathrm{U}^2\,\frac{d.(p\,\omega)}{p^3\,\omega^3}$$

L'intégration peut maintenant être effectuée et donne

$$2\,k\,log.\,p = -\mathrm{U}^2\,\frac{\mathrm{P}'^2\,\Omega'^2}{p^2\,\omega^2} + \text{constante}.$$

On détermine la constante en remarquant que, dans la première section A B on a, $\omega = \Omega$, $p = \mathrm{P}$, ce qui donne

$$2\,k\,log.\left(\frac{\mathrm{P}}{p}\right) = \mathrm{U}^2\left(\frac{\mathrm{P}'^2\,\Omega'^2}{p^2\,\omega^2} - \frac{\mathrm{P}'^2\,\Omega'^2}{\mathrm{P}^2\,\Omega^2}\right) \qquad (2)$$

Pour la dernière section CD cette équation devient

$$2\,k\,log.\left(\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{P}'}\right) = \mathrm{U}^2\left(1 - \frac{\mathrm{P}'^2\,\Omega'^2}{\mathrm{P}^2\,\Omega^2}\right)$$

d'où l'on déduit pour la vitesse à l'orifice d'écoulement C D

$$\mathrm{U} = \sqrt{\frac{2\,k\,log.\,\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{P}'}}{1 - \frac{\mathrm{P}'^2\,\Omega'^2}{\mathrm{P}^2\,\Omega^2}}}. \qquad (3)$$

Si la figure de l'orifice est telle que tous les filets de fluide qui franchissent la section CD aient des directions parallèles à l'axe MN, on aura le volume du fluide qui sort du vase dans l'unité de temps, en multipliant la valeur précédente de U par l'aire $\Omega'$ de l'orifice; ce volume étant pris sous la pression P qui a lieu dans la section CD. Mais si, comme on le fait ordinairement, on veut estimer le volume de fluide qui s'écoule dans l'unité de temps en considérant ce fluide sous la pression P qui

Digitized by Google

a lieu dans le gazomètre, il faudra multiplier U par $\Omega'$ et par le rapport $\frac{P'}{P}$. Le volume dont il s'agit a donc pour expression

$$\frac{P'\,\Omega'}{P}\cdot\sqrt{\frac{2\,k\,log.\,\frac{P}{p'}}{1-\frac{P'^2\,\Omega'^2}{P^2\,\Omega^2}}}. \qquad (4)$$

Il résulte des formules (3) et (4) que l'existence d'un écoulement uniforme tel qu'on l'a supposé exige la condition $\Omega' < \frac{P\,\Omega}{P'}$.

Si l'orifice CD est supposé très-petit par rapport à la section AB du gazomètre, l'expression (3) de la vitesse d'écoulement se réduit à

$$U=\sqrt{2\,k\,.\,log.\,\frac{P}{P'}}. \qquad (5)$$

et celle (4) du volume de fluide qui s'est écoulé dans l'unité de temps mesuré sous la pression P devient

$$\frac{P'\,\Omega'}{P}.\sqrt{2\,k\,log.\,\frac{P}{P'}}.$$

Au lieu de la formule (5) on avait jusqu'ici admis la suivante

$$U=\sqrt{2\,k.\,\frac{P-P'}{P}}. \qquad (6)$$

qui s'accorde à très-peu-près avec la formule (5), quand la différence des pressions P et P' intérieure et extérieure est fort petite par rapport à ces pressions. Autrement la formule (6) donne une valeur trop grande pour U.

En substituant dans l'équation (2) la valeur (3) de U, on trouve

$$\frac{log.\,\frac{P}{p}}{log.\,\frac{P}{P'}}=\frac{\frac{P^2\,\Omega^2}{p^2\,\omega^2}-1}{\frac{P^2\,\Omega^2}{P'^2\Omega'^2}-1} \qquad (7)$$

équation qui fera connaître la pression $p$ qui a lieu dans une section donnée du tuyau dont l'aire est $\omega$.

Après avoir tiré de cette équation la valeur de $\omega^2$, l'auteur construit la courbe dont $p$ serait l'abscisse et $\omega$ l'ordonnée. La discussion de cette courbe le conduit à conclure que la pression intérieure $p$ peut devenir moindre que la pression extérieure

Digitized by Google

du milieu dans lequel le fluide s'écoule dans deux cas, savoir : lorsqu'il y a un étranglement entre les sections AB et CD, ou lorsqu'il y a un renflement précédé d'un étranglement. Cependant l'existence d'un étranglement ou d'un renflement semblable n'emporte pas la nécessité que la pression y soit moindre que la pression extérieure; elle le sera ou ne le sera pas suivant les rapports des pressions et des sections extrêmes.

Si l'orifice est formé par une paroi plane et mince, quoique l'on doive toujours penser que la vîtesse, au passage de cet orifice, est pour tous les filets du fluide représentée par les formules (3) ou (5), il résulte de l'obliquité des directions de la plupart de ces filets sur le plan de l'orifice, que la dépense de fluide ne pourra plus être calculée par la formule (4). La veine du fluide doit se contracter ici après avoir franchi l'orifice comme dans le cas des liquides, c'est à la section de plus grande extraction que ces formules pourraient s'appliquer avec exactitude, et si l'on veut les appliquer à l'orifice même, il faudra les multiplier par un certain coëfficient fractionnaire $m$. Le principal objet des expériences que l'on pourrait faire sur le mode d'écoulement dont il s'agit, est la détermination du rapport $m$. Parmi les expériences connues, celles de M. Lagerhielm, publiées dans les Mémoires de l'Académie de Stockholm, ont paru à l'auteur les plus propres à cette détermination. Il a formé un tableau des valeurs de $m$, d'après les résultats de ces expériences, faites sur des orifices circulaires ouverts dans une plaque mince de cuivre. La moyenne des valeurs de $m$ qu'il a trouvées, est environ 0,615, d'où il paraît que la contraction de l'air s'opère de la même manière que celle de l'eau.

Le principe de la conservation des forces vives fournit à M. Navier une seconde solution de la question de l'écoulement de l'air dans un vase ou tuyau. En partant de ce principe, il retrouve les résultats de sa première solution. Il considère ensuite les cas où il y aurait des changemens brusques dans la grandeur des sections transversales du vase ou tuyau parcouru par le fluide et spécialement les cas où le fluide, serait obligé de passer par un petit orifice ouvert dans un diaphragme établi dans l'intérieur du vase. Il tient alors compte de la perte de force vive, résultant des changemens instantanés qui doivent être supposés dans les vîtesses des tranches, en faisant usage du théorème de

Digitized by Google

Carnot. Les formules auxquelles il parvient sont moins simples que les précédentes (3) et (7). Nous ne pourrions les rapporter ici sans donner trop d'étendue à cette analyse. Nous devons également nous borner à indiquer les questions traitées dans les § suivans du mémoire; elles ont pour objet l'écoulement de l'air par un tuyau ou ajutage cylindrique ou conique, adapté à un orifice; l'écoulement d'un fluide élastique d'un vase dans un autre par un petit orifice; et enfin l'écoulement de l'air dans un tuyau de conduite, en supposant que le mouvement du fluide est retardé par un force dépendante de sa vîtesse et proportionnelle à l'étendue de la paroi du tuyau. Voici le résultat principal de la solution de ce dernier problème.

Soit H la hauteur du manomètre qui mesure l'excès de la pression qui a lieu dans le gazomètre où le tuyau prend naissance sur la pression atmosphérique, et par $h$ la hauteur du baromètre qui mesure cette dernière pression, de sorte que $\frac{P-P'}{P'}=\frac{H}{h}$. Le volume d'air qui s'écoule dans une seconde, par un tuyau qui prend naissance dans le gazomètre, et qui est terminé par un orifice plus petit que la section de ce tuyau, ce volume étant mesuré dans le gazomètre, est exprimé par la formule

$$\frac{\pi D'^2}{4}\cdot\frac{H}{H+h}\cdot\sqrt{\left\{\frac{2k\cdot\frac{H}{h}}{\frac{8\epsilon l}{D}+\frac{D'^4}{D^4}+\left(\frac{1}{m}-1\right)^2}\right\}}$$

D, représente le diamètre du tuyau; D' le diamètre de l'orifice par lequel ce tuyau est terminé et d'où découle le fluide. On suppose que la paroi est évasée à cet orifice; autrement si la paroi avait une forme telle que l'écoulement du fluide fût retardé et diminué dans le rapport de la fraction $n$ à l'unité, il faudrait écrire $n^4\,D'^4$ au lieu de $D'^4$. La longueur du tuyau est désignée par $l$. La fraction $m$ représente le rapport suivant lequel la veine se contracte lorsque le fluide entre dans le tuyau en sortant du réservoir. K est un coëfficient dont la valeur varie pour chaque fluide et dépend de la température; enfin $\epsilon$ est une constante dont la valeur est à peu-près égale à 0,00324, le mètre et la secondesexagésimale étant pris pour unités. La hauteur H du manomètre est supposée fort petite par rapport à la hauteur $h$ du baromètre.

Digitized by Google

Si le tuyau est ouvert à l'extrémité par laquelle le fluide s'écoule, il faudra faire $D' = D$ dans la formule précédente; enfin si la longueur du tuyau est très-grande par rapport à son diamètre, on aura simplement pour le volume dont il s'agit :

$$\frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{H}{H+h} \sqrt{\frac{kD}{46l} \cdot \frac{H}{h}}$$

M. Navier observe, en terminant, que ces formules diffèrent peu de celles qui ont été données par M. d'Aubuisson dans les Annales des mines, 2ᵉ série, 3ᵉ livraison. C. S.

48. Sur la notation alphabétique des Indous; par M. Whish. (*Transact. de la Société littéraire de Madras;* part. I, 1827, p. 54.)

On sait que les Grecs se servaient, comme chiffres, des lettres de leur alphabet, et qu'ils avaient adopté une notation décimale. M. Whish prouve que cet usage existait depuis longtemps dans l'Inde. Les dix premières colonnes de l'alphabet sanscrit étaient destinées à désigner nos chiffres 1, 2, 3... et zéro: et ces lettres prenaient comme ceux-ci des valeurs décuples, selon leurs positions respectives. L'auteur tire ses preuves de comparaisons philologiques, et d'extraits d'anciens ouvrages qui établissent que cette forme arithmétique existait il y a plus de 2000 ans. Ainsi, les Grecs et les Indiens se servaient de lettres au lieu de chiffres, mais les premiers n'avaient pas eu l'heureuse idée de leur attribuer des valeurs de position, idée qui peut être regardée comme une des plus belles inventions que le génie de l'homme ait produites. Il faut lire le mémoire de M. Whish pour apprécier la sagacité avec laquelle il compare les textes anciens, et en tire la conséquence que nous venons d'énoncer. Francoeur.

## ASTRONOMIE.

49. Nouvelles Tables astronomiques et hydrographiques; par V. Bagay, prof. d'hydrographie. Édition stéréotypée, gravée, fondue et imprimée par MM. Firmin Didot, père et fils. Un fort volume in-4°; 1829.

Digitized by Google

Cet ouvrage sera d'une grande utilité non-seulement aux marins à qui il est spécialement destiné, mais aux astronomes, aux géographes et aux personnes qui se servent fréquemment des tables de logarithmes. On jugera des services que ce livre peut rendre par le seul énoncé des tables qui le composent.

1° Un traité de la sphère, et les théories qui donnent la solution des principaux problèmes de navigation. L'auteur aurait pu se dispenser de grossir son livre de ces développemens, et consacrer cette étendue à des choses plus utiles : mais il a obéi à un usage suivi dans tous les traités du même genre. Nous devons dire cependant que l'arrangement des formules algébriques n'est pas heureux : pour ménager l'espace, il a fallu les couper d'une manière pénible à lire, remplacer les chiffres supérieurs par des coefficiens, etc.

2° Des détails assez complets sur le cercle et le sextant de réflexion, la boussole et les instrumens de physique nécessaires à l'observateur. Toutes les explications sont éclairées par des figures conteues en 5 planches gravées en taille douce.

3° Des tables formant une collection de presque toutes celles qui sont en usage dans la navigation, savoir : celles de dépression, de réfraction, de parallaxe du soleil et de la lune, de la déclinaison, des réductions au méridien, des angles horaires, des amplitudes, des heures du lever et du coucher du soleil, des logarithmes des nombres jusqu'à 21600, etc.

4° Mais ce qui donne un grand intérêt à l'ouvrage de M. Bagay, c'est la table de sinus, cosinus, tangentes et cotangentes de seconde en seconde avec 7 décimales, pour tous les degrès du quart de cercle. Cette table, qui forme les deux tiers du volume, paraît pour la première fois en France. L'auteur nous apprend qu'il n'a pas calculé lui-même ces nombres, et qu'il les a pris dans la Table de Taylor, qui est généralement reconnue comme très-exacte. Mais, ce qu'il importe de dire ici, à l'éloge de M. Bagay, c'est que ses tables sont beaucoup moins sujettes à erreur que celles de Taylor. Comme chaque minute exige une colonne entière pour les 60 lignes des secondes, on met en tête de la colonne les chiffres initiaux, communs à ces logarithmes : mais il arrive souvent que cette partie initiale n'est commune qu'aux logarithmes de la tête de la colonne, et qu'il faut augmenter d'une unité cette partie, pour ceux de dessous. Dans les Tables de Taylor, il était presqu'impossible de ne pas

s'y tromper, ou du moins fallait-il une attention extrême pour éviter les erreurs : c'est ce qui a fait rejetter ces tables de tous les calculateurs. M. Bagay a employé une distribution des logarithmes qui ne permet jamais ce changement de la partie initiale qu'une fois au plus par colonne, et le lecteur en est averti par un signal tellement visible, qu'il n'est guères possible de ne pas le remarquer.

Le petit nombre d'essais que j'ai faits de ces tables ne m'y a laissé reconnaître aucune erreur, et j'ai tout sujet de les croire fort correctes : c'est ce qu'une plus longue expérience mettra sans doute en évidence. Ainsi, cet ouvrage réunit tous les genres de mérite qu'on désire y trouver, la correction, l'heureuse distribution des nombres, le facile emploi du livre, une impression extrêmemnnt soignée, et qui est digne, sous tous les rapports, des habiles typographes chargés de la publication. Enfin, cet ouvrage doit être recommandé à tous les calculateurs.

Comme un peu de critique se mêle toujours aux éloges les plus mérités, je dois dire que l'auteur aurait rendu un plus grand service aux astronomes, s'il eût renoncé à ses Tables hydrographiques, et s'il eût remplacé cette partie de son livre par une table plus étendue des logarithmes des nombres, et, sous ce rapport, la forme de celles de Callet me semble un modèle à imiter, car on ne peut rien espérer de plus commode pour les calculs. FRANCOEUR.

50. SUR LA LONGITUDE DE L'OBSERVATOIRE DE CAMBRIDGE; par G. BIDDEL AIRY. (*Transact. philos. de Cambridge;* T. III, 1re part., p. 155.)

L'auteur passe en revue les différentes méthodes pour trouver les longitudes des stations, et en fait la critique : il donne toutefois la préférence aux procédés astronomiques. Celui qu'il a employé pour trouver la longitude de l'Observatoire de Cambridge, a consisté à se servir de plusieurs chronomètres donr la marche était bonne et avait été éprouvée par un long examen. Ces instrumens, employés à des expériences dans les profondeurs des mines, avaient donné des résultats satisfaisans. Pour les faire servir à l'objet qu'on avait en vue, qui était de trouver la longitude, on les transportait successivement de Cambridge à Greenwich, et réciproquement, et chaque fois on les comparait à l'horloge sidérale dont l'état était parfaitement déterminé par

Digitized by Google

des passages d'étoiles. La conclusion du mémoire est que la différence de longitude des deux observations est 23″ 54, Cambridge étant à l'est de Greenwich. Or, le lever géodésique de la contrée, fait par des géographes d'une habileté reconnue, a donné 24″ 6 : l'erreur de 1″ 6, qui équivaut à 16″ d'an, est énorme. On ne peut la supposer dans les opérations de trigonométrie, parce qu'il faudrait attribuer 150 toises de trop à la distance mesurée : on ne peut non plus l'attribuer à une détermination vicieuse des longitudes des deux observatoires; M. Airy ne balance pas à croire que la cause de cette différence provient des irrégularités de la surface terrestre, ou des attractions locales. FRANCOEUR.

51. SUR L'ORIGINE ET L'ANTIQUITÉ DU ZODIAQUE INDOU ; par M. WHISH. (*Trans. de la Société littéraire de Madras ;* part. I, 1827, p. 63.)

L'auteur adopte l'opinion que le zodiaque indien a été apporté directement ou médiatement par les Grecs, et, par conséquent, il se refuse à la haute antiquité qu'on a attribuée à ce monument, et que les Brames réclament. Les savans de cette contrée ne peuvent s'empêcher de sourire de pitié, lorsqu'on leur oppose les motifs sur lesquels M. Whish appuie son sentiment, et ne daignent pas le réfuter. Mais ce dernier regarde ce mépris comme feint, et amené par l'impuissance de donner de bonnes raisons. Quoi qu'il en soit, M. Whish ne s'occupe pas de répondre aux argumens que d'érudits Européens ont présentés pour établir l'antiquité qu'il conteste : son mémoire est simplement une discussion philologique, dans laquelle il prétend trouver des formes de langage qui qrésentent de l'analogie entre celui des Grecs et celui des Indiens, en ce qui se rapporte aux noms des constellations. Comme nous reconnaissons ne pouvoir comprendre la force de ces argumens étymologiques, nous laissons aux personnes versées dans ce genre de connaissances à prononcer sur le mérite de ce travail. Toutefois, nous ne devons pas cacher que nous croyons ces espèces de preuves bien douteuses, et nous pourrions citer comme exemple le mémoire de Reige inséré dans le grand ouvrage d'Égypte sur un sujet analogue, où l'auteur adopte précisément l'opinion contraire à celle de M. Whish. FRANCOEUR.

Digitized by Google

52. Sur une méthode de comparer la lumière du Soleil et celle des Étoiles fixes; par W. H. Wollaston. (*Transactions philosophiques de la Société royale;* 1829, part. I, p. 19.)

Le D. Wollaston propose comme un moyen de mesurer la distance des étoiles, de comparer l'éclat de leur lumière. Si l'on était assuré que ces corps sont d'un volume égal, et lancent les mêmes feux, ce procédé aurait encore contre lui l'insuffisance des moyens d'évaluer l'intensité de leur lumière: et, comme d'ailleurs il est presque certain que les étoiles diffèrent autant de grandeur et d'état que de distance, on conçoit que l'idée du D. Wollaston ne peut conduire qu'à des résultats hypothétiques sans consistance. Quoi qu'il en soit, la mesure de la quantité de lumière émise par le soleil, la lune, les planètes et les étoiles, est un sujet de recherches utile. Wollaston estime que celle du soleil est à peu près un million de fois plus grande que celle de la lune, et il est impossible de comparer directement la première à celle des étoiles, tant elle la surpasse: mais l'auteur se sert de la lumière réfléchie pour faire cette évaluation. Il reçoit l'image solaire sur la petite boule d'un thermomètre à mercure; cette image, vue à distance, dans un télescope, présente l'apparence d'une étoile, et la comparaison devient possible. Wollaston indique la forme de l'appareil qui l'a mis à même de comparer la lumière ainsi réfléchie du soleil, avec celle d'une chandelle, de manière à pouvoir ensuite calculer la perte d'éclat qu'a subi l'astre dans cettre réflexion, et par suite à connaître combien de fois cet éclat surpasse celui des étoiles. Il a trouvé qu'il est 20 milliards de fois celui de Sirius. Si l'on admet que ces deux astres lancent les mêmes feux, il faut en conclure que Sirius a 1″ 8 de parallaxe: et, comme on a supposé ce petit arc d'une demi-seconde seulement, il faudrait que cette étoile fût 525481 fois plus loin de nous que le soleil. Les mêmes expériences faites sur l'étoile de la Lyre, ont donné une lumière qui est 180 milliards de fois celle du soleil, ou à peu près le 9e de celle de Sirius. Francoeur.

53. Extension donnée a la loi empyrique de Bode sur la distance des planètes au soleil; par J. Challis. (*Transact. philosoph. de Cambridge;* T. III, part. 1re, p. 171.)

Bode, astronome de Berlin, en comparant les distances des planètes au soleil, remarqua entre ces distances cette relation singulière : si l'on appelle 4 le rayon vecteur moyen de mercure, 4 + 3 sera celui de Vénus, 4 + 2. 3 celui de la terre, 4 + $2^2$ 3 celui de mars, etc. Si cette relation, qui n'est qu'approchée, n'est pas un effet fortuit dû aux circonstances initiales du mouvement de ces corps, et si elle constitue une loi de la nature, elle doit se vérifier sur les satellites comparés à la planète autour de laquelle ils gravitent. M. Challis croit qu'en effet les choses sont ainsi disposées, et il posé cette loi : lorsque plusieurs petits corps accomplissent des révolutions autour d'un autre beaucoup plus gros, dans des orbites presque circulaires, leurs moyennes distances observent à très-peu près cette progression $a, a + b, a + r b, a + r^2 b,$ etc. Pour vérifier cette loi, M. Challis compare les valeurs connues des moyennes distances de Jupiter et de Saturne à leurs satellites, et regarde comme négligeables des parties qui se refusent à la loi, ce qui n'est pas un moyen très efficace de démonstration. Ce théorème n'aurait d'importance que si l'on en trouvait la cause, et surtout si l'on pouvait prouver qu'il est réellement vrai. Francoeur.

---

## PHYSIQUE.

54. Comparaison des variations diurnes de l'intensité magnétique, déterminée par les aiguilles d'inclinaison et de déclinaison, à la Baie de Treurenbourg au Spitzberg; par le cap. Henri Forster. (*Philosoph. Transact.;* 1828, part. 2e, p. 303.)

Le capitaine Forster avait déjà observé les variations diurnes de l'intensité magnétique au port Bowes en 1825; mais il n'avait alors qu'une seule aiguille qu'il était obligé d'employer alternativement comme aiguille d'inclinaison et de déclinaison. Dans son nouveau voyage au Spitzberg, il s'était muni d'appa-

Digitized by Google

reils mieux disposés, et ses observations méritent sans doute une grande confiance. L'aiguille d'inclinaison était une parallélepipède de six pouces (anglais) de longueur, sur 0,4 de largeur, et 0,05 d'épaissenr; elle avait été fabriquée par Dollònd pour le Bureau des longitudes; et pendant tout le voyage son état magnétique s'est toujours conservé sans altération. L'aiguille de déclinaison avait les mêmes dimensions et le même poids.

Les observations ont eu lieu chaque jour depuis le 30 juillet au 9 août 1827, et alternativement 15 fois et 8 fois par jour. On comptait 100 oscillations de l'aiguille d'inclinaison (face à l'est), 200 oscillations de l'aiguille de déclinaison, et 100 oscillations de l'aiguille d'inclinaison (face à l'ouest); c'est-là ce qui compose une observation. Le tableau suivant contient les résultats moyens pour les différentes heures de la journée.

| AIGUILLE D'INCLINAISON. | | | AIGUILLE DE DÉCLINAISON. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| heures. | durée de 100 oscillations. | intensité proportionnelle. | heures. | durée de 100 oscillations. | intensité proportionnelle. |
| h. ′ | ″ | | h. ′ | | |
| A. M. 0 52 | 291.9 | 1173 | A. M. 0 51 | 620.5 | 2597 |
| 1 40 | 291.8 | 1174 | 1 46 | 620.0 | 2601 |
| 2 48 | 291.8 | 1174 | 2 48 | 620.0 | 2601 |
| 3 44 | 291.7 | 1175 | 3 44 | 620.6 | 2596 |
| 4 46 | 292.1 | 1172 | 4 45 | 619.8 | 2603 |
| 5 48 | 292.2 | 1171 | 5 46 | 619.3 | 2607 |
| 6 47 | 292.2 | 1171 | 6 46 | 620.4 | 2598 |
| 7 40 | 292.7 | 1167 | 7 41 | 620.6 | 2596 |
| 9 16 | 292.6 | 1168 | 9 22 | 618.3 | 2616 |
| 10 00 | 292.9 | 1166 | 10 2 | 618.0 | 2618 |
| 10 52 | 292.8 | 1167 | 10 54 | 617.1 | 2626 |
| 11 47 | 293.0 | 1165 | 11 49 | 615.9 | 2636 |
| P. M. 0 47 | 293.1 | 1164 | P. M. 0 46 | 615.9 | 2636 |
| 1 50 | 293.1 | 1164 | 1 48 | 616.8 | 2629 |
| 2 47 | 293.4 | 1161 | 2 47 | 618.9 | 2611 |
| 3 40 | 293.3 | 1162 | 3 41 | 618.9 | 2611 |
| 5 43 | 292.3 | 1171 | 5 47 | 617.8 | 2620 |
| 6 43 | 293.0 | 1165 | 6 44 | 618.8 | 2612 |
| 8 7 | 292.4 | 1170 | 8 7 | 618.9 | 2611 |
| 8 53 | 292.6 | 1169 | 8 52 | 618.8 | 2612 |
| 9 51 | 292.1 | 1172 | 9 52 | 618.2 | 2617 |
| 10 49 | 292.2 | 1171 | 10 52 | 618.8 | 2612 |
| 11 47 | 292.0 | 1173 | 11 48 | 619.3 | 2607 |

En adoptant 81° pour l'inclinaison moyenne au lieu de l'observation, et 72° 30′ pour la latitude magnétique, le capitaine Forster trouve que l'on pourrait satisfaire aux deux intensités extrêmes 2596 et 2636, par l'hypothèse que la variation diurne est de 54′. Ce qui s'accorde assez bien avec les résultats publiés par le capitaine Parry.

Digitized by Google

Enfin, le capitaine Forster conclut de ses observations, 1° que les variations diurnes de l'intensité dépendent principalement des variations diurnes de l'inclinaison.

2° Que les heures du maximum et du minimum indiquent clairement que le soleil est la cause de ce phénomène.

3° Qu'il y a durant les 24 heures de la journée une constante inflexion du pôle magnétique vers le soleil.

Le voyage que le capitaine Forster vient d'entreprendre vers le pôle austral, et les observations magnétiques qu'il fait en ce moment aux Nouvelles Shetland et au cap Horn, promettent à la science de nouveaux résultats; les mêmes instrumens auront été emportés, par le même observateur, d'un pôle à l'autre, et c'est pour lui une heureure occasion de justifier ce qui peut rester d'hypothétique dans les conséquences précédentes. P.

55. Mémoire sur la surface courbe des ondes lumineuses, etc.; par M. Ampère. (*Analyse des travaux de l'Académie des Sciences*, pendant l'année 1828.)

M. Ampère a lu à l'Académie, le 26 août et le 1er septembre, deux Mémoires relatifs à des questions importantes de la lumière; ces questions ont pris naissance dans les recherches d'un membre de cette Académie, qu'une mort prématurée a enlevé aux sciences avant qu'il ait pu achever son travail.

Dans son 1er Mémoire, M. Ampère détermine directement la surface de l'onde lumineuse dans les cristaux, où la vitesse de la lumière est différente suivant les trois droites rectangulaires entre elles, que l'on a appelées les trois axes de la surface d'élasticité. En partant de l'équation commune à tous les plans tangens, M. Fresnel avait déduit celle de la surface de l'onde lumineuse, en supposant que cette équation ne passe pas le quatrième degré.

Le second Mémoire de M. Ampère contient la démonstration d'un théorème, que M. Fresnel avait seulement énoncé, en se bornant à montrer que ce théorème conduit à l'équation qu'il avait donnée pour l'onde lumineuse. M. Ampère suit une marche toute différente, il déduit le théorème de M. Fresnel de l'équation précédente qu'il a démontrée directement, dans son premier Mémoire. On doit considérer le théorème dont il

Digitized by Google

s'agit comme l'énoncé le plus simple des lois de la propagation de la lumière dans les milieux cristallisés d'une manière quelconque. Ces lois étant confirmées par l'observation, sont, à propement parler, des données de l'expérience; il en résulte un moyen de comparer et d'apprécier les diverses hypothèses qu'on a formées sur la nature de la lumière, car il est nécessaire que l'on puisse déduire de ces hypothèses ces lois générales de la propagation de la lumière : c'est en effet ce qui résulte des travaux de M. Fresnel et du Mémoire de M. Ampère. Ils pronvent que les lois dont il s'agit dérivent de l'hypothèse qui consiste à considérer les phénomènes de la lumière comme produits par les vibrations d'un fluide élastique; on reconnaît que la direction de ces vibrations est perpendiculaire à celle du rayon lumineux. Cette dernière partie de l'hypothèse en question a été long-temps rejetée par quelques personnes, parce qu'elles établissaient le calcul sur la supposition que les différentes parties des fluides élastiques n'agissent les unes sur les autres qu'en se comprimant et se dilatant alternativement.

M. Fresnel considérait ces fluides sous un point de vue différent. Il les regardait comme composés de points matériels, agissant les uns sur les autres à distance. Il montrait qu'alors il pouvait y avoir communication de mouvemens vibratoires, quand même le fluide ne serait susceptible que de condensations et de dilatations aussi petites qu'on le voudrait, ensorte qu'en les regardant même comme nulles, la direction des vibrations devrait, à cette limite, rester perpendiculaire à celle des rayons lumineux; or cette vue paraît confirmée par des recherches ultérieures. M. Ampère en conclut, que pour être fondé à regarder comme incertaine l'hypothèse dont il s'agit, il faudrait déduire les lois générales données par l'expérience d'une notion physique différente, ce que personne n'a fait jusqu'ici.

L'auteur a réuni ses deux Mémoires sur la lumière en un seul, qu'il a publié sous ce titre : *Mémoire sur la surface courbe des ondes lumineuses, dans un milieu dont l'élasticité est différente suivant les trois directions principales, c'est-à-dire celle où la force produite par l'élasticité a lieu dans la directïon même du déplacement des molécules de ce lieu.*

Digitized by Google

56. De l'influence optique que deux objets colorés peuvent avoir l'un sur l'autre, quand on les voit simultanément, et de la nécessité de prendre dans l'art de la teinture cette influence en considération pour juger des couleurs, abstraction faite de leur solidité; par M. Chevreul. (*Ibid.*)

On a remarqué depuis long-temps que dans certains cas l'œil voit un corps coloré d'une couleur différente de celle qu'on lui attribue quand ce corps est vu isolément, c'est-à-dire sans être environné d'autres objets colorés; les physiciens donnent à ces apparences le nom de couleurs accidentelles. Ce phénomène a fixé l'attention de Buffon, de Scheffer, de Darwin, de Rumford, de M. Prieur, de Laplace, etc.; mais dans les circonstances où ces auteurs ont étudié le fait, ils ne pouvaient en reconnaître toute la généralité, du moins dans le cas où l'œil voit simultanément deux couleurs juxtaposées. M. Chevreul qui, par sa place de directeur des teintures des manufactures royales, est obligé de regarder souvent des couleurs différentes et de les regarder simultanément pour les comparer ensemble, a été conduit à s'occuper des couleurs accidentelles. Il a reconnu d'abord ce fait général, que deux objets différemment colorés et juxtaposés éprouvent constamment, par l'effet de leur voisinage, une modification dans leur couleur. Si l'un est d'une couleur plus claire que l'autre, le premier s'éclaircit tandis que le second devient plus foncé. M. Chevreul a fixé par expérience les modifications réciproques que les sept couleurs dites primitives, ainsi que le noir et le blanc, subissent dans cette circonstance. Il a cherché la loi de ces modifications, et il est arrivé à ce résultat remarquable : *lorsque deux couleurs A et B sont vues simultanément, à la couleur de A s'ajoute la couleur complémentaire de B, et à la couleur de B s'ajoute la couleur complémentaire de A.*

Les couleurs sont donc vues les plus différentes possible; et en outre comme le blanc paraît plus vif ou une couleur claire paraît moins foncée quand ils sont vus simultanément avec une couleur foucée qui elle-même acquiert en ce cas plus d'intensité, il en résulte que le constraste a lieu pour la cou-



Digitized by Google

leur et pour ce qu'on nomme dans l'art du tapissier *la hauteur du ton.*

M. Chevreul remarque que dans l'explication que plusieurs physiciens ont donnée des couleurs accidentelles, on n'a pas suffisamment distingué deux cas très-différens : le premier est celui où l'œil, ayant regardé long-temps, par exemple, un petit papier rouge placé sur un fond blanc, cesse de le regarder et se porte subitement sur une autre partie du fond blanc; alors on aperçoit un petit carré vert, c'est-à-dire la couleur complémentaire du rouge. On conçoit très-bien dans ce cas, avec le P. Scherffer, comment la partie de la rétine où s'est peinte l'image du carré rouge, étant fatiguée de cette sensation, il arrive que l'œil cessant de le regarder et voyant toujours du blanc, la partie de la rétine qui est fatiguée du rouge doit recevoir une impression plus forte des rayons complémentaires du rouge que de ceux-ci, en sorte que l'œil doit voir une tache verte. Mais dans le cas où M. Chevreul a étudié les couleurs accidentelles, il y a deux zones égales différemment colorées et contiguës qui sont vues simultanément; et la complémentaire d'une des couleurs agit, non sur la partie de la rétine qui voit cette couleur, mais sur la partie qui voit l'autre couleur. Le savant auteur se propose au reste de revenir sur l'explication de ces phénomènes, il ne s'en est occupé qu'accidentellement dans le mémoire qu'il a lu à l'Académie.

Une partie du Mémoire de M. Chevreul est consacrée aux applications de ses recherches à l'art du tapissier des Gobelins, et en général aux effets optiques de plusieurs couleurs. Il explique les différences que la disposition des mêmes couleurs, la manière dont elles sont fondues, produisent sur l'organe de la vision. Enfin il donne des moyens très-simples de juger de l'éclat des couleurs d'un tableau ou d'une tapisserie dans les cas où le phénomène dont il a parlé pourrait induire en erreur, si on voulait juger ces couleurs d'une manière absolue, en les regardant simultanément avec celles qui les environnent. A.

Digitized by Google

57. Nouvelles recherches sur la chaleur spécifique des Gaz; par MM. Aug. De la Rive et F. Marcet. (*Annal. de Chimie et Physiq.*; mai 1829, p. 78.)

MM. De la Rive et Marcet étant précédemment parvenus à ce résultat, que sous le même volume et la même pression, tous les gaz, quelque soit leur nature, ont la même capacité, on objecta à ces conséquences que les masses de gaz sur lesquelles on avait opéré, étaient trop petites pour apercevoir les différences; quoiqu'ils l'eussent discuté dans leur mémoire, ils ont repris leurs expériences en les étendant à trois autres gaz, et se servant du même appareil. Le gaz est introduit dans une boule de verre mince fixée à l'extrémité d'un tube recourbé qui plonge dans du mercure; la quantité qui s'élève dans ce tube détermine la pression. Quand celle-ci est de 68 à 70 centimètres, on peut apprécier une différence de $\frac{1}{15}$ de degré centigrade. La boule de verre est renfermée dans une boule de cuivre très-mince noircie à l'intérieur, et que l'on plonge dans de l'eau entretenue à une température constante plus élevée que la température ambiante.

Dans le tableau suivant, on trouve de combien de degrés se sont réchauffés, dans le même temps (5 minutes), des volumes égaux d'*air*, d'*acide carbonique*, de *protoxide d'azote et d'hydrogène*, à différentes pressions, à une température de 20, étant eux-mêmes à 10. On a calculé les degrés de réchauffement en prenant le rapport entre l'augmentation de force élastique du gaz après 5 minutes, et celle qu'il présente quand il s'est réchauffé de 10°.

| GAZ. | PRESSION. | RÉCHAUFFÉ en 5 MINUTES. |
|---|---|---|
| | centimètres. | ° |
| Air | 66 | 6,70 |
| | 46 | 7,64 |
| | 25 | 8,55 |
| Acide carbonique | 68 | 6,66 |
| | 55 | 6,96 |
| | 42 | 7,80 |
| | 27 | 6,45 |
| | 17 | 9,50 |
| Protoxide d'azote | 67 | 6,69 |
| | 50 | 7,26 |
| | 37 | 7,50 ? (1) |
| | 27 | 8,80 |
| Hydrogène | 65 | 7, |
| | 50 | 7,40 |
| | 32 | 8,10 |
| | 22 | 8,60 |

(1) Les auteurs croient qu'il s'est glissé ici une erreur qu'ils n'ont pu rectifier en calculant les résultats, parce que l'appareil était démonté.

Il résulte de ces faits que, dans les mêmes circonstances et dans le même temps, un même volume de gaz se réchauffe d'autant plus qu'il est soumis à une pression plus faible, ou que la chaleur spécifique du gaz sous le même volume est d'autant moindre qu'ils sont plus raréfiés.

Pour opérer sur des masses plus considérables, MM. De la Rive et Marcet ont employé une boule de verre beaucoup plus grosse et très-mince; elle pesait un peu moins de 22 grammes et contenait 0,4 gr. d'air à 0,68 de pression et 12° cent. de température. Le tube avait 4 millim. de diamètre et portait, à 12 centimètres de la boule, un robinet de verre sans mastic, pour faire le vide. Par ce moyen, ils ont pu se servir de chlore et d'hydrogène sulfuré; il faut seulement avoir le soin alors de laisser dans le tube un peu d'air pour empêcher le contact immédiat du gaz et du mercure. La boule était placée dans une boule de cuivre de 22 cent. de diamètre. Pour expérimenter, on fait le vide dans la boule; on y introduit le gaz à la pression de $0^{m}69$; on fait ensuite le vide dans la boule de cuivre, et on la place dans une masse d'eau entretenue à 12°,5. Le gaz a pris la température quand, après diverses oscillations, il devient stationnaire. On porte alors la boule dans de l'eau à 31°, et on note, de minute en minute, l'abaissement du mercure.

Les expériences ont été répétées plusieurs fois sur *l'air*,

Digitized by Google

*l'acide carbonique, le protoxide d'azote, le gaz oléfiant, l'acide sulfureux, l'hydrogène sulfuré, le chlore et l'hydrogène.*

Pour l'acide sulfureux, l'hydrogène sulfuré et le chlore, on ne put pousser aussi loin les expériences, parce que le gaz attaque le mercure après un certain temps.

Il résulte du tableau que donnent les auteurs que des volumes égaux de tous les gaz, non compris l'hydrogène, acquièrent, après un même temps, une même augmentation de force élastique, et par conséquent de température. Après 2 minutes, la force élastique a augmenté de $23^{mm}$, et leur température s'est élevée de $9^{\circ}$ 20. Pour le chlore seulement, l'augmentation n'a été que de $22^{mm}$ 9, qui correspond à un échauffement de $9^{\circ}$ 16. D'autres différences aussi petites, et qui ne sont que de $0^{\circ}$, 04, excepté deux fois de $0^{\circ}$, 08, se sont présentées dans les expériences.

De ces faits, il faut conclure que les gaz ont la même capacité, ou que l'appareil n'est pas assez sensible pour faire apercevoir des différences dans le degré de réchauffement, si elles existent; cette dernière supposition paraît absolument invraisemblable aux auteurs, parce que la boule contenant o gr. 4 d'air ne pouvait absorber tout le calorique et rendre nulle l'influence du gaz. Le volume constant du gaz, dont le poids dépend de la pesanteur spécifique, est assez grand pour qu'une différence de o gr., 4 ne produise pas une différence de $\frac{1}{10}$ dans la capacité relative; ce que l'on démontre par la formule des chaleurs spécifiques, en supposant que le calorique rayonnant qui arrive à la boule de verre se répartisse proportionnellement à leur masse et à leur capacité. En calculant ainsi la capacité relative de deux gaz dans les cas où les degrés de rechauffement sont différens, on trouve deux nombres qui ne diffèrent que de $\frac{1}{10}$.

Il paraît que la faculté conductrice des gaz diffère très-peu, l'hydrogène excepté.

On pourrait peut-être supposer que l'influence qu'exerce la conductibilité des gaz n'est pas nulle, mais que le réchauffement est le même pour tous, parce que *le pouvoir conducteur est dans chacun proportionnel à sa capacité*; mais les auteurs regardent cette conséquence comme inadmissible, parce qu'il est prouvé que les gaz diffèrent très-peu sous le rapport de la conductibilité; que cette conséquence conduirait à des résultats trop op-

Digitized by Google

posés aux expériences antérieures, et que l'hydrogene, en faisant exception à cette loi hypothétique, montre que quand la différence de conductibilité est grande, elle exerçe une influence.

MM. De la Rive et Marcet concluent de leurs nouvelles recherches :

1° Que, sous la même pression et le même volume, tous les gaz ont la même chaleur spécifique.

2° Que, sous le même volume, un même gaz a d'autant moins de chaleur spécifique, que la pression à laquelle il est soumis est moindre. G. de C.

58. Mémoire sur une analogie qui existe entre la propagation de la lumière et celle de l'électricité, ou *sur la constance des effets des courans électriques forcés de traverser des espaces que parcourent déjà d'autres courans électriques*; par le prof. E. Marianini. (*Annal. de Chim. et Physiq.*; octobre 1829, p. 131.)

Une foule de rayons lumineux partis de divers points de l'espace peuvent arriver, en un instant, à l'œil, sans éprouver la moindre altération. M. Marianini a recherché si l'électricité, dont la propagation est aussi rapide, ne présenterait pas le même résultat. Voici les résultats principaux auxquels il est arrivé. Il prit un cube de bois de 3 cent. de côté, ayant 4 faces parallèles, deux à deux, munies chacune d'une vis fixant une plaque de métal rectangulaire de 8 cent. de long et un peu moins de 2 de large, et appliqua contre l'une des faces du cube une lame de zinc, et contre l'autre face, une lame de cuivre, qu'il fit communiquer, en les serrant sous les vis, aux fils d'un galvanomètre. Les plaques saillaient d'environ 6 cent.; le couple plongé de 5 cent. dans l'eau salée, le galvanomètre dévia de 12°. Deux plaques zinc et cuivre étaient fixées aux autres cotés du cube et à un fil excitateur. En plongeant les plaques de 5 cent., l'aiguille dévia encore de 12°, le fluide électrique étant forcé de traverser un liquide que parcourt, dans une direction normale à la sienne, un courant semblable.

En substituant à ce couple qui communiquait aux fils du galvanomètre, un couple plus faible, de même dimension, d'étain et de laiton, la déviation fut de 3° avec un, comme avec deux couples.

Avec es courans électriques produits au moyen d'appareils élémentaires de force égale, l'effet est différent, et avec des liquides plus ou moins conducteurs, l'effet fut semblable.

Pour faire réagir un appareil élémentaire et un composé, une plaque de zinc et une de cuivre furent remplacées par deux plaques en laiton, dont l'une communiquait avec le pôle positif, et l'autre avec le pôle négatif d'une pile à couronne de tasses de 20 couples de 6 cent. carrés. L'appareil élémentaire étant formé de zinc et de plomb, toutes les plaques étant plongées dans l'eau salée, l'aiguille du galvanomètre dévia de 10°, et d'autant après que les plaques de laiton ne communiquèrent plus aux pôles.

Avec un électromoteur presque quadruple, l'effet fut encore semblable.

En se servant d'un appareil de 100 et 200 couples, dont le courant croisait le faible courant produit par le couple zinc et plomb, son effet sur l'aiguille ne fut pas changé.

En remplaçant le couple de plomb et de zinc par deux autres plaques de laiton, et les mettant en contact avec les pôles d'un appareil de 10 couples, la 1re plaque de laiton communiquant avec l'un des fils du galvanomètre, et la 2e avec l'autre fil, l'aiguille dévia de 14°. En renversant le contact et se servant de 20 ou de 200 couples, il n'y eut pas de changement d'effet.

En répétant la dernière expérience et ne faisant agir l'appareil de 200 couples qu'après que l'aiguille du galvanomètre, mise en mouvement avec l'appareil de 10 couples, fut devenue stationnaire, il ne se produisit pas le plus léger mouvement.

Pour s'assurer si trois courans électriques se croisaient à angles droits, M. Marianini prit un cube de verre creux de 3 cent. de côté, dans chacune des faces duquel il fit un trou, à l'un desquels il adapta un bouchon de laiton et ferma les autres avec une petite bande de même métal attachée avec de la cire d'Espagne. Ces bandelettes, mises en contact avec une bande de plomb, le cube rempli d'eau, on fit communiquer l'une des lames de plomb avec le pôle positif d'un appareil de 5 couples, et celle de la face opposée avec l'extrémité des fils du galvanomètre, l'autre extrémité communiquant avec le pôle négatif, l'aiguille dévia de 15°. Supprimant la circulation, les tasses extrêmes d'un appareil de 50 couples étant en communication avec deux bandes de plomb des faces opposées du cube, et celles

des deux autres faces opposées plongeant dans les tasses extrêmes d'un appareil de 50 couples, la communication fut rétablie par le fil du galvanomètre avec l'appareil de 5 couples, l'aiguille dévia de 15°.

En faisant traverser au courant d'un appareil de 5 à 25 couples, un liquide où se coupaient à angles droits deux autres courans d'appareils de 100 couples, il n'y eut pas d'altération.

Pour faire passer le courant sous des angles plus ou moins aigus, M. M. prit un tube de 11 cent. de long et de 1 de diamètre, dont une extrémité était bouchée avec une lame de laiton et l'autre avec un bouchon de ce métal : trois trous furent percés de chaque côté du tube et fermés par de petites lames de laiton auxquelles, ainsi qu'au bouchon, l'on attacha de petites bandes de plomb. Le tube rempli d'eau salée, on fit passer les courans sous divers angles par la communication des lames avec le galvanomètre, les effets obtenus furent toujours les mêmes.

Le courant qui devait parcourir le fil du galvanomètre traversant le tube dans sa longueur, et deux autres courans le coupant sous des angles très-aigus, il n'y eut rien de changé.

Pour avoir des courans parallèles, M. M. se servit d'un tube de verre creux de 5 cent. de côté, dont les deux faces opposées étaient percées de trois trous; qu'un ou plusieurs courans traversassent le tube, rien n'était changé dans les résultats.

Il faut que les courans électriques qui doivent agir sur le galvanomètre n'éprouvent pas dans le conducteur humide qu'ils parcourent, un passage plus difficile que celui que leur offre l'électro-moteur qui doit agir sur le galvanomètre, sans cela une partie de l'électricité passerait par l'électro-moteur et changerait les effets.

Pour s'assurer que les courans électriques ne s'altèrent pas ou ne se modifient pas, M. M. a fait passer deux ou plusieurs courans électriques au travers du même fil du galvanomètre. Une lame de plomb oblongue baignant dans l'eau fut attachée à chaque fil du galvanomètre, et deux bandelettes de même métal communiquant avec les pôles d'un appareil de 25 couples, on obtint 25° de déviation. En suspendant le circuit on essaya un autre appareil de 50 couples, qui donna une déviation de 25°; quand l'aiguille eut cessé d'osciller et se fut arrêtée à 6°, on ramena l'aiguille à 0°, et le circuit de 25 couples étant retabli, on obtint encore 20°.

M. M. cite, en finissant, deux faits qui lui paraissent appuyer la théorie de Franklin et opposés à celle des deux fluides.

Si dans un couple électro-moteur la plaque électro-négative plonge plus dans le liquide que l'autre, l'effet est plus grand que si c'est la plaque électro-positive qui plonge plus.

Si on prend une feuille de cuivre ou d'un autre métal, de 18 à 20 cent., terminée d'un côté par une queue; que l'on plonge la lame dans un verre d'eau et la queue dans un autre; que l'on plonge dans le verre où baigne la bandelette, une plaque électro-positive et une électro-négative dans l'autre, qui ne touchent pas la lame, on obtient, en formant le circuit, une déviation de quelques degrés. En plongeant la plaque de cuivre dans le verre où plonge la queue, et celle de zinc dans l'autre, l'effet est beaucoup plus fort. G. de C.

59. Rapport de M. Becquerel sur un mémoire de M. Donné, concernant l'influence que les phénomènes atmosphériques exercent sur la force des piles sèches. (*Annal. de chimie et phys.*; sept. 1829, p. 71.)

M. Donné a examiné l'action de l'humidité, de la pesanteur atmosphérique, de la température, de l'électricité et de la lumière sur les piles sèches.

L'humidité agit comme corps conducteur, en enlevant une partie de l'électricité ou en faisant communiquer les disques par les bords, en diminuant la tension des piles.

Les variations barométriques n'ont aucune influence sur les piles, et dans le vide elles ont la même tension que dans l'air; ce qui peut tenir à deux causes: à la faible tension de l'électricité qui est maintenue sur l'électromètre par la petite quantité d'air restée dans la cloche, ou à ce que la charge de la pile s'effectue plus rapidement que la déperdition dans le vide.

La température agit d'une manière très-variée; la tension est presque toujours en rapport avec la température de l'atmosphère, elle augmente par la chaleur, et diminue par le froid; mais l'augmentation de tension n'a pas lieu aussitôt que la température s'élève. Quelquefois on ne l'aperçoit que quand la température commence à baisser. C'est la température qui a régné précédemment qui détermine l'effet d'un degré donné de chaleur; les variations brusques de température peuvent réduire la ten-

Digitized by Google

sion à zéro, celles qui sont lentes ne lui font perdre que quelques degrés.

Une chaleur graduée pendant quelques heures au-de là de 20 à 24°, n'augmente pas sensiblement la pression. Quand la pile refroidit lentement, elle perd de sa force jusqu'à ce qu'elle ait repris la température du milieu. Après 24 heures elle est revenue au même point qu'avant l'expérience.

Outre son influence chimique, la chaleur paraît agir mécaniquement par la dilatation et la contraction pour modifier la tension. En élevant la température d'une pile, la chaleur ne dilate pas également dans les premiers momens la pile et les fils de soie; les disques sont plus serrés, ce qui augmente l'énergie de la pile; le froid agit inversement; la température agit plutôt en ralentissant la rapidité de la charge qu'en diminuant la quantité de l'électricité.

Dans une pile isolée la tension est nulle aux extrémités, parce que les deux électricités se font équilibre, ce qui est en contradictoire avec les faits connus.

En faisant arriver de l'électricité positive au pôle négatif d'une pile sèche isolée, la tension augmente beaucoup au pôle positif; et si c'est l'électricité positive qui arrive au pôle positif, la tension est réduite à zéro au pôle négatif, ce qui doit arriver parce que la pile agit comme conducteur. M. Donné a imaginé de se servir de cette action pour connaître l'électricité de l'atmosphère ou celle d'une espèce contraire qui se trouve sur une partie de la surface du globe soumise à l'influence d'un nuage orageux. Les piles étant ordinairement placées verticalement, la partie inférieure communiquant au sol, elles ne peuvent recevoir de l'électricité que par cette partie, et si la terre en fournit, leur tension doit être modifiée; et un électromètre très-sensible, convenablement disposé et en communication avec le globe, a donné des signes d'électricité.

60. Sur le pouvoir magnétisant des rayons solaires; par M P. Riess et L. Moser. (*Ibid.;* nov. 1829, p. 304.)

Les auteurs ont répété les expériences de Morichini sur l'aimantation par les rayons solaires, et celles de madame Sommerville, de Baumgartner, Christie et Zantedeschi; mais ils ont abandonné les méthodes qu'avaient suivies ceux qui s'étaient occupés

Digitized by Google

de ce sujet, comme sujettes à beaucoup d'erreurs, et suivi la méthode la plus sûre, qui consiste à faire osciller une aiguille. Celles dont ils se sont servis étaient d'acier doux, d'une très-petite masse, mais présentant beaucoup de surface à la lumière; on les examinait avant de commencer les expériences.

Les aiguilles de fer doux ne peuvent être employées, parce qu'elles se magnétisent par beaucoup de causes, même mécaniques.

Le spectre était presque toujours dans le *minimum* de déviation, et les aiguilles sur un cadre à 3 ou 4 pieds de distance du prisme; la chambre dans beaucoup de cas était obscurcie le moins possible et la lentille avait un demi pouce d'ouverture et 2 ou 3 pouces de foyer.

On se servit quelquefois d'un héliostat pour se préserver des ébranlemens que le mouvement du soleil et le déplacement des aiguilles rendent inévitables.

L'aiguille a été exposée jusqu'à 17 heures ½ à l'action du soleil sans devenir plus magnétique, quoique, d'après Marichini, il ne faille que de 15 à 30 minutes pour une aimantation complète.

Pour s'assurer que le magnétisme n'éprouvait pas de changement pendant que les aiguilles étaient dans la lumière violette, on suspendit dans un petit vase de terre une aiguille fortement aimantée, de 2 pouces de largeur et dont le pôle Sud (c'est-à-dire qui se dirige vers le Sud) oscillait devant l'aiguille à éprouver, fixée verticalement et soumise à l'influence du rayon violet que l'héliostat rendait immobile. La différence des oscillations devant l'aiguille fut 50″2 et 48 7.

Pour répéter les expériences de Baumgartner, on se servit de fils d'acier de 3 à 3,4 pouces de longueur et 0, 04 de diamètre, polis en divers points et fixés verticalement, avant et après chaque expérience, devant le pôle boréal de l'aiguille d'épreuve placée dans un tube cylindrique et que l'on pouvait amener à diverses hauteurs des fils d'acier.

D'après l'invitation de M. Pogendorff, les auteurs essayèrent l'action de la lumière polarisée, tantôt avec un miroir noirci incliné de 35' 25 au rayon violet, et tantôt un prisme de spath calcaire, et dans ce cas comme dans tous les autres il n'y a pas eu d'effet.

Digitized by Google

Les auteurs pensent que l'on doit rejetter une découverte qui a souvent troublé la science, et terminent en faisant remarquer que les petites variations qu'ils ont obtenues quelquefois et qu'ils ont citées, ne peuvent constituer une action réelle et qu'elles ne sont pas toujours favorables à la prétendue découverte. G. DE C.

---

## MÉTÉOROLOGIE.

61. QUELQUES PARTICULARITÉS CONCERNANT LES BROUILLARDS DE DIFFÉRENTE NATURE; par J. B. VAN-MONS (*Nouv. Mémoires de l'Acad. roy. des sciences et belles lettres de Bruxelles;* Tom. IV, pag. 371).

M. Van-Mons distingue les brouillards en secs, humides et mixtes, qui peuvent co-exister avec des météores analogues, tels que trois espèces de rosées et d'autres : ils ne paraissent jamais que par un abaissement de température.

Les brouillards secs sont simplement odorans, ou ont une odeur fétide. L'odeur des brouillards secs blancs est très-différente de celle des brouillards colorés. Les brouillards secs sont blancs, ou légèrement bleuâtres, d'autres bronzés-bruns et quelquefois lilas; plus leur couleur est foncée, plus forte est leur odeur.

Les brouillards humides sont visibles ou invisibles, ils sont tous humectans pour tous les corps. Les brouillards humides visibles, sans être odorans, ont pourtant une odeur que l'on peut appeler *de froid;* ceux qui sont invisibles sont inodores.

Les brouillards mixtes sont de diverses espèces; les uns sont des mélanges distincts de deux brouillards secs, d'autres des brouillards humides visibles mêlés à l'un des brouillards secs. M. Van-Mons pense que jamais la co-existance du brouillard humide invisible avec un des brouillards secs n'a lieu. Le caractère des brouillards mixtes est de se retirer successivement, l'un des deux subsistant après l'autre; ils sont humectans et puans à la fois.

Le mélange d'un brouillard humide visible avec l'un des brouillards secs de l'espèce blanche, est jaune fauve; la couleur est surtout remarquable le soir.

Digitized by Google

Le brouillard humide visible ou invisible se mêle bien avec la rosée. On reconnaît ce mélange à la plus forte humectation des plantes les plus roriques, du verre et des métaux positifs que des métaux négatifs; les premiers étant mouillés par le brouillard seul, et les autres par le brouillard et la rosée.

On a attribué les brouillards à des exhalaisons terrestres, ou à des vapeurs qui s'élèvent des lieux humides. Quant aux brouillards fétides, on les a rapportés aux volcans, aux émanations des marécages, à la cuite des briques, à la combustion de la houille brune, et surtout à la fumée de la combustion des gazons d'écobuage; mais, outre que l'écobuage n'a pas lieu toujours dans les mêmes saisons que les brouillards, son action ne serait pas aussi étendue.

Le brouillard sec et puant arrive particulièrement en Belgique, pendant les vents d'est, et les brouillards simplement odorans par le vent du nord. Souvent l'apparition de ces brouillards est locale, et on l'observe de distance en distance dans la direction du vent. Le brouillard infect est plus fréquent en Belgique, en automne et au printemps et aux époques rapprochées des solstices, quoiqu'on le remarque dans toutes les saisons.

Souvent l'apparition du brouillard infect coïncide avec les momens où l'ascension ou la déclinaison du soleil produisent un refroidissement; vers le midi il disparaît ordinairement.

Le brouillard paraît d'abord dans la direction du soleil levant ou couchant; et quand il vient des parties élevées de l'atmosphère, sa couleur devient sensible avant son odeur, et M. Van-Mons dit en avoir vu qui sont restés un jour et plus ainsi suspendus.

Le brouillard infect ne paraît qu'une ou deux fois, ou il se prolonge pendant quelque temps, et son intensité croît jusqu'à la moitié de son cours, et il diminue pendant l'autre moitié.

Les changemens ordinaires dans la constitution de l'atmosphère n'éprouvent pas de variations par l'influence des brouillards; ils interrompent les brouillards, mais ne les font pas cesser. Le baromètre descend ou monte rarement au delà de 28 pouces, et la température baisse beaucoup au moment où le brouillard se forme, et reste à-peu-près à ce point jusqu'à

ce qu'il ait disparu. L'hygromètre va plutôt au sec qu'à l'humidité. La rosée se forme en présence du brouillard.

En Belgique, un brouillard infect au printemps ou en été, annonce une saison sèche et chaude, en autómne il présage des ouragans, et en hiver de fortes gelées. La température de 29° R. à l'ombre, et de — 20° qui s'est sont offerte dans les dernières années, a été précédée de brouillards infects, et M. V.-M. évalue à plusieurs milliers de toises la hauteur à laquelle le brouillard se maintient quelquefois, et observe que la fumée du gazon ne pourrait s'élever aussi haut, ni subsister aussi long-temps, par exemple 4 mois 1/2 en 1783. Il cite ensuite un grand nombre de brouillards, et signale les circonstances qui les ont accompagnés. Il s'occupe ensuite des diverses espèces de brouillards et de rosées, et termine en rapportant quelques expériences faites sur de l'air provenant d'un brouillard puant dont il avait rempli, au moyen d'un soufflet, plusieurs flacons remplis d'eau d'un légère dissolution alcaline ou d'alcool. L'air recueilli dans l'eau n'avait aucune odeur, les acétates d'argent et de plomb ne furent pas précipités. M. Van-Mons en conclut que l'air une fois isolé du brouillard perd son odeur puante et ses autres propriétés. G. de C.

62. Gelées remarquables en Angleterre et ailleurs.

Le Dr Hutton, dans le *Màthematical Dictionary*, cite les gelées suivantes. — En l'an 220, la gelée dura cinq mois. En 250, la Tamise resta gelée 9 semaines. En 191, presque toutes les rivières furent gelées pendant 6 semaines. En 859, une très-forte gelée se fit sentir, en Écosse, pendant 14 semaines. En 508, il gela, en Angleterre, pendant 2 mois. En 558, le Danube gela entièrement. En 695, la Tamise fut gelée pendant 6 semaines, on y bâtit des cabanes. En 759, elle fut gelée depuis le 1er octobre jusqu'au 26 février 760. En 827, il gela, en Angleterre, pendant 9 semaines. En 859, on se servit de voitures sur l'Adriatique. En 908, la plupart des rivières d'Angleterre restèrent gelées pendant 2 mois. En 928, la Tamise resta gelée 13 semaines. En 987, la gelée dura 120 jours, à partir du 22 décembre. En 998, la Tamise resta gelée pendant 5 semaines. En 1035, il y eut une très-forte gelée le 24 juin; le blé et les fruits furent perdus. En 1063, la Tamise resta gelée pendant 14 semaines. En 1076, il gela, en Angle-

Digitized by Google

terre, depuis novembre jusqu'à avril; 1114 ponts de bois furent entraînés par les glaces. En 1205, la gelée dura du 14 janvier au 22 mars. En 1407, la gelée dura 15 semaines. En 1434, du 24 novembre jusqu'au 10 février, la Tamise fut gelée jusqu'à Gravesend. En 1683, la gelée dura pendant 15 semaines. En 1708 et 1709, il gela très-fortement pendant plusieurs semaines. En 1739, il y eut une gelée de 9 semaines, qui commença le 14 décembre. En 1742, il gela très-fortement pendant plusieurs semaines. En 1747, il gela fortement en Russie. En 1754, il gela fortement en Angleterre. En 1760, il gela fortement en Allemagne. En 1776, il gela fortement en Angleterre. En 1778, la Tamise fut gelée au-dessus du pont; on y construisit des cabanes. Le Dr Durham dit que les gelées de 1708 et de 1709 (qui furent citées dans toute l'Europe) furent les plus fortes, si elles ne furent pas les plus universelles qui soient restées dans la mémoire des hommes, quoiqu'elles aient été ressenties à peine en Écosse et en Irlande (*Herald.—Galignani's Messenger;* 4 janv. 1830). Fr. L.

---

## CHIMIE.

63. Chemische Briefe für Frauenzimmer, etc.—Lettres sur la chimie, à l'usage des Dames; par M. Lampadius. Nouv. édition, 2 vol. in-12, le premier de XIV et 330 pages, le second de IV et 215 pages; Freyberg, 1828; Craz et Gerlach.

Qui plus que les femmes a besoin de connaissances chimiques? je ne parle pas ici des dames de haut parage qui n'ont d'autre occupation que de recevoir des visites et d'aller au spectacle, mais de ces femmes de la moyenne classe qui soignent le ménage et administrent tout l'intérieur de la maison. Chaque opération culinaire n'est-elle pas une opération chimique? La conservation des comestibles, le blanchiment, l'enlèvement des taches, etc., tout celà n'exige-t-il pas une infinité de connaissances en chimie? Il faut donc convenir que bien des femmes sont chimistes sans qu'elles s'en doutent; chez elles l'application a devancé la théorie, comme la poésie a devancé

Digitized by Google

l'art poétique. Or, M. Lampadius vient aujourd'hui leur révéler, en 56 lettres charmantes, toutes les lois chimiques auxquelles elles obéissaient instinctivement jusqu'à ce jour. Ces lettres contiennent tout, et même plus qu'il n'en faut, pour diriger selon les règles de l'art et la cuisine et le ménage. K.

64. Précis élémentaire de chimie, à l'usage des élèves des colléges royaux; par A. C. T. A. Manavit. In-8° de 29 feuilles. Toulouse, 1829; Manavit. Paris; Hachette.

65. Décomposition du carbure de soufre par l'électricité; par M. Becquerel. (*Annal. de chim. et phys.* sept. 1829, pag. 75).

En mettant dans un tube du carbure de soufre, et par dessus une dissolution de nitrate de cuivre, et une lame de cuivre qui plonge dans les deux liquides, le carbure de soufre est décomposé ainsi qu'une partie du nitrate, il se forme une grande quantité de protoxide de cuivre sur la lame de cuivre et le charbon se dépose sur le tube avec un éclat métallique.

66. Analyse d'une tourmaline du mont Rosa; par M. Leplay. (*Ibid.*; octobre 1829, p. 270.)

En laissant de côté la partie minéralogique de ce mémoire, nous citerons seulement le procédé employé par l'auteur pour cette analyse.

M. Gmelin a prouvé que les tourmalines sont formées de silice, d'alumine, d'un ou plusieurs alcalis et d'acide borique; on y rencontre quelquefois du fer, du manganèse, de la chaux, de la magnésie et de l'eau. Au lieu de carbonate de baryte, M. Leplay emploie, comme M. Berthier, un mélange de carbonate et de nitrate de plomb, et propose la méthode suivante comme la plus exacte.

Traiter le résultat de la fusion avec les sels de plomb par l'acide nitrique, séparer la silice par évaporation, le plomb par l'hydrogène sulfuré, le fer et une partie de l'alumine par le carbonate d'ammoniaque; rechercher dans le précipité l'acide borique; précipiter le manganèse et le reste de l'alumine par l'hydrosulfate d'ammoniaque; séparer la chaux par l'oxalate;

Digitized by Google

doser la magnésie par évaporation à siccité, l'acide borique par l'alcool, les alcalis à l'état de nitrate et de sulfate.

M. L. pense que ce procédé a sur celui de M. Gmelin les avantages suivans.

Les sels de plomb attaquent beaucoup mieux que le carbonate de baryte, et, comme l'opération dure moins long-temps, on n'a pas à craindre de perdre tant d'acide borique.

La méthode est plus simple, et on ne reprend pas chaque substances 3 ou 4 fois par les acides.

Le dosage de la magnésie est plus simple et plus exact.

67. Réduction du nitrate d'argent; par M. de Filières. (*Ibid.*; octobre 1829, p. 335.)

Du nitrate d'argent bien cristallisé fut placé en 1826 dans un papier non collé et retrouvé en novembre 1829 transformé en argent métallique très-malléable.

68. Sur l'eau de la Méditerranée; par W. H. Wollaston. (*Transact. of the roy. Society*, 1829, 1re partie, p. 29.)

M. Wollaston, pour rendre hommage à la mémoire de feu le Dr Marcet, fait connaître les résultats de l'un de ses derniers travaux. Dans l'examen qu'il fit de l'eau de la Méditerranée (*Philosoph. Transact.*, 1819.), les échantillons qui avaient été pris à différentes profondeurs n'étaient pas suffisans pour faire connaître d'où vient la grande quantité de sel que porte dans cette mer le courant constant qui coule à l'est du détroit de Gibraltar, car, quoique la perte de l'eau de ce courant puisse être expliquée par son évaporation rapide sur les côtes d'Afrique, le sel que cette eau tenait en dissolution doit rester dans le bassin de la Méditerranée, ou échapper par quelque mer inconnue jusqu'ici.

Dans l'espérance d'obtenir plus de lumière de l'essai de l'eau des profondeurs les plus grandes possibles, particulièrement près du détroit, le capitaine Smith fut engagé à extraire de l'eau dans plusieurs parties de cette mer. Quand il rapporta cette eau, le Dr. Marcet était mort, et trois bouteilles seulement furent remises, en 1827, au Dr. Wollaston; heureusement l'une d'elles prouvait, ce qui avait été supposé, que l'on peut trouver une accumulation d'eau plus dense, à de grandes

profondeurs dans les environs du détroit, d'où un contre-courant, au-dessous, quoique moins rapide, peut porter à l'ouest dans la mer Atlantique, autant de sel qu'il en entre par le courant plus superficiel de l'Océan dans la Méditerranée.

En comparant la densité et les quantités de sel de la 2e table ci-jointe, avec les résultats du Dr. Marcet, on peut remarquer une différence qu'il faut expliquer.

Elle provient de la différence de température à laquelle ses produits et ceux du Dr Wollaston ont été séchés. Le Dr Marcet avait opéré à 212° F, le Dr Wollaston à 300° : dans chaque cas la quantité de matière saline que l'on doit obtenir peut être estimée d'après la densité, en multipliant l'excès de la densité au-dessus de celle de l'eau distillée par un facteur qui varie avec la température à laquelle se fait la dessiccation.

A 212° ce facteur est environ 144, et le produit représente les matières salées, plus une quantité d'eau que retiennent les sels déliquescens. A 300° et au-dessus, le facteur est seulement 134, parce qu'on approche davantage de la dessiccation parfaite.

| Latitude. | Longitude. | Profondeur. | Densité. | Sel pour cent. |
|---|---|---|---|---|
| | | fathoms. | | |
| N° 1..... 38° 30 | 4° 30 E. | 450 | 1,0294 | 4,05 |
| N° 2..... 37 30 | 1 0 E. | 400 | 1,0295 | 3,99 |
| N° 3..... 36 0 | 4 40 | 670 | 1,1288 | 17,30 |
| Gibraltar.. 36 7 | 5 22 | | | |

G. de C.

69. Méthode nouvelle pour déterminer la quantité d'argent contenue dans un alliage d'argent et de cuivre, au moyen de l'aeroscope; par le prof. Zenneck à Hohenheim. (*Journ. für technische und œkonom. Chemie*, T. I, p. 296)

Lorsqu'on soumet du cuivre à une ébullition dans de l'acide hydrochlorique concentré et couvert d'une couche d'huile, et que l'opération se fait dans un aëroscope gradué par pouces cubiques, le métal s'y dissout, et un grain de son poids dégage dans quelques heures une quantité d'hydrogène, qui diffère

Digitized by Google

très-peu de celle déterminée par le calcul, et qu'on peut regarder conséquemment comme = 7, 32 degrés.

Si l'on traite de l'argent d'après le même procédé, celui-ci se dissout également, très-probablement pour former un sel oxidule; mais cette dissolution se fait d'une manière beaucoup plus lente que celle du cuivre, et avec dégagement d'une quantité d'hydrogène beaucoup moindre; car un grain d'argent ne donne que 2, 14 degrés de l'aëroscope; tant par l'observation que par le calcul.

Quand on chauffe de la même manière un alliage de cuivre et d'argent dans l'aëroscope, le cuivre se dissout en entier, et l'argent se dissout ou bien en entier au bout de quelque temps ou bien il ne s'en dissout qu'une partie, en sorte qu'il ne rest, qu'une portion d'argent pur; la quantité d'hydrogène dégagée, dans ce cas, correspond exactement au total de la quantité qu'aurait fournie chacun de ces deux métaux isolément; il ne s'agit ici que de la quantité du métal qui a été dissoute.

Soient représentés le poids d'un alliage soumis à l'expérience par L, l'hydrogène obtenu et corrigé par $\overset{+}{V}$, les quantités d'hydrogène que fournissent un grain de cuivre et un grain d'argent par $a$ et $b$, et l'argent qui reste dans le liquide, si tout ce métal n'est pas dissous, par $S''$; on obtient par les deux formules suivantes, toute la quantité d'argent dans l'alliage, égalant d'ailleurs S :

$$S = \frac{aL - \overset{+}{V}}{a-b} \quad \text{et} \quad S = \frac{aL - (\overset{+}{V} + bS'')}{a-b}.$$

Ainsi n'aurait-on qu'un grain d'un alliage de cuivre et d'argent, on pourrait exactement déterminer par ce procédé dans quelle proportion l'argent y est contenu. K.

70. Observations sur les modifications que subissent les métaux dans leurs propriétés physiques par l'action combinée de la chaleur et du gaz ammoniac; par C. Despretz. (*Annales de Chimie et Physique;* octobre 1829, page 122.)

Les modifications singulières que subissent les métaux soumis à une température rouge à un courant de du gaz ammoniac, ont été depuis long-temps le sujet des recher-



Digitized by Google

ches des chimistes et des physiciens. Nous relaterons les dernières expériences faites par M. Despretz, qui explique la cause du changement de propriétés physiques des métaux exposés à une température rouge, à l'action du gaz ammoniacal, il pense que cette cause provient nécessairement de l'union durable ou momentanée du métal avec l'un des élémens de l'ammoniaque. Il constata plusieurs fois que le fer et le cuivre augmentaient beaucoup de volume sans que le poids augmentât sensiblement, par exemple de $\frac{1}{1000}$; on ne peut pas conclure de ce fait qu'il n'y a pas eu de combinaison; on doit en tirer la conséquence que la combinaison a été détruite à une température à laquelle le métal n'est pas assez échauffé pour entrer en fusion. Ce n'est pas tout, M. Despretz prouve que le gaz absorbé est en partie de l'azote, du gaz ammoniac; car, en traitant le fer ammonié par l'acide sulfurique, il a obtenu de l'hydrogène mêlé d'azote en quantité telle qu'elle pouvait aller jusqu'à 6 à 7 pour 100 d'hydrogène.

Le cuivre est plus altéré dans ses propriétés physiques que le fer; il diminue de densité de plus de $\frac{1}{3}$; elle est de 5. 5; il devient plus écailleux, plus poreux, et prend des teintes plus variées; il est gris, jaune, verdâtre, orangé, vert, pourpre, selon les circonstances : il prend toujours un aspect nacré et cristallin. Quant au platine et à l'or, ils n'éprouvent aucune altération sensible.

Il est bien démontré, dit l'auteur, d'après ces expériences, que l'altération qu'apporte l'action du gaz ammoniacal dans les propriétés des métaux tient à la combinaison durable ou instantanée entre l'azote et les métaux. Dans un autre mémoire M. Despretz se propose de soumettre tous les métaux aux mêmes essais, et s'efforcera de prouver la composition élémentaire véritable de l'ammoniaque; question déjà débattue, mais restée indécise; savoir si l'azote est un corps oxidé, ou une base analogue par sa composition à la potasse et à la soude. E. L.

71. Préparation de sous-carbonate d'ammoniaque anhydre; par M. Van Mons. (*Archiv des Apotheker-Vereins*; Tom XXIX, cah. 2, p. 144.)

On fait un mélange de sel Alembroth et de carbonate de potasse calciné, et on fait sublimer dans une petite cornue

Digitized by Google

bien desséchée. Le sel anhydre qu'on obtient n'a qu'une existence momentanée, et le contact de la moindre quantité d'eau suffit pour lui enlever une portion de son acide carbonique.

72. Sur le Sodium; par M. Serullas. (*Journ. de Pharmac.*, mai 1829, p. 264.)

Les caractères distinctifs du sodium et du potassium sont, que le 1[er] s'unit au mercure avec chaleur et lumière, et décompose l'eau sans brûler; tandis que le second produit des phénomènes précisément inverses.

La combustion du potassium dans l'eau est due à l'élévation de température qui est plus grande qu'avec le sodium.

On le démontre en projetant le dernier sur une dissolution mucilagineuse, qui, par sa viscosité, empêchant le globule de parcourir la surface, permet son inflammation. C. F.

73. Sur le Kermès; par M. Gay-Lussac. (*Ibid.*; septembre 1829, pag. 87.)

D'après MM. Berzelius et Rose, le kermès est un sulfure d'antimoine dans un grand état de division. M. Gay-Lussac, n'étant pas entièrement satisfait des preuves alléguées en faveur de cette opinion, a fait des recherches qui l'ont conduit à une idée différente sur la composition de ce corps.

Le précipité rouge orangé obtenu en faisant passer de l'acide hydro-sulfurique dans une dissolution d'émétique est un proto-sulfure hydraté; l'acide hydro-chlorique faible et le tartre ne lui enlèvent pas d'oxide, et quand il se dissout, il se dégage de l'acide hydro-sulfurique.

Séché à 100°, il retient de l'eau, mais en quantité insuffisante pour former un hydro-sulfate, il en abandonne jusqu'à 230°; alors il devient noir et tache le papier. M. G. L. le croit analogue au peroxide de fer hydraté.

L'acide hydro-sulfurique forme dans le perchlorure d'antimoine un précipité rouge-orangé qui est un persulfure hydraté décomposable en soufre et un résidu non analogue au précédent et moins fusible que le sulfure naturel.

Le kermès cède toujours quelque chose à l'eau; il est assez lavé quand celle-ci ne contient que 0,001 ou 0,0001.

L'acide hydro-chlorique faible, la crême de tartre et l'a-

Digitized by Google

cide tartrique lui enlèvent du protoxide sans dégagement d'acide sulfurique.

Séché long-temps à 25, et même à 100°, il contient encore de l'eau; sur la lampe à alcool il donne de l'eau un peu ammoniacale; à une plus haute température, il dégage un peu de gaz sulfureux et se boursouffle, il tache le papier et le verre en rouge; il est plus fusible que le sulfure noir précédent. Au rouge obscur l'hydrogène donne beaucoup d'eau et d'acide hydro-sulfurique et de l'antimoine, mais le résidu est alcalin.

Le kermès renferme donc de l'oxide et du sulfure d'antimoine; la quantité d'eau obtenue dans sa décomposition par l'hydrogène varie en quantité, mais on peut prendre une proportion de protoxide et deux de protosulfure d'antimoine.

Le kermès précipité est hydraté.

Dans l'action de la potasse, de la soude ou de leurs carbonates sur le sulfure noir d'antimoine, l'oxigène se porte sur l'antimoine, et le soufre prend la place de l'alcali; c'est pour cela que l'on n'obtient pas de kermès avec du sulfure d'antimoine et du sulfure de potassium saturé de soufre; la liqueur donna par les acides un précipité jaune-orange, qui, chauffé, donne du soufre et devient noir. Le soufre doré donne le même résultat. G. de C.

74. Sur la séparation de la strontiane d'avec la baryte; par M. Kastner. (*Archiv für die gesammte Naturlehre*, T. XVI, p. 329.)

Comme l'hydrochlorate de baryte est insoluble dans l'alcool, tandis que l'hydrochlorate de strontiane se dissout facilement dans l'alcool à 80°, la séparation des deux sels n'est pas difficile; mais il faut que ceux-ci soient anhydres et traités par l'alcool à 84°; il faut en outre faire attention à ce que l'alcool ne puisse absorber l'humidité de l'atmosphère pendant que la digestion a lieu. Sans ces précautions, l'on n'obtient qu'un résultat imparfait, et de petites quantités du sel de baryte se dissolvent avec celui de strontiane.

75. Préparation prompte et facile du bicarbonate de soude; par M. Creuzburg. (*Ibid.*; p. 223; 1829.)

Digitized by Google

Le procédé de l'auteur est fondé sur ce que les alcalis secs absorbent l'acide carbonique avec beaucoup plus d'avidité que les alcalis à l'état liquide; il emploie par conséquent le carbonate simple, privé d'une grande partie de son eau de cristallisation par l'efflorescence, et le soumet à un courant de gaz acide carbonique, jusqu'à ce que le bicarbonate soit formé, ce qu'on reconnaît lorsque le sel commence à s'échauffer et à exhaler de l'eau, qui se dépose en forme de petites gouttelettes sur les parois du vase.

76. Sur l'acide nitrique fumant; par M. Mitscherlich. (*Annalen der Physik und Chemie*, Tom. XV, p. 618, cah. 4, 1829.)

Il résulte des recherches de l'auteur que l'acide nitrique fumant est une dissolution d'acide nitrique-nitreux dans l'acide nitrique pur, qui ne peut en dissoudre qu'une certaine quantité, à peu près la moitié de son poids.

77. Rapport de l'Académie de Médecine au Ministre de l'Intérieur *sur le travail* de M. Chevallier, *au sujet des eaux thermales de Chaudes-Aigues.* (*Annal. scient., littér. et industr. de l'Auvergne ;* T. 2, p. 256, juin 1829.)

M. Chevallier a fait un travail étendu sur les diverses sources de Chaudes-Aigues, la plus considérable fournit 230 mètres et 4 décalitres cubes en 24 heures à 80° cent. ou 64 Réaumur. Les habitans se servent de cette eau qu'ils font passer dans des conduits pour se chauffer l'hiver, et qu'ils perdent l'été dans la rivière pour n'être pas incommodés par sa chaleur. M. Berthier a calculé qu'elle tenait lieu du bois qui serait fourni par une forêt de chêne de 540 hectares de superficie. Cette eau ne contient pas d'hydrogène sulfuré, quoique quelques auteurs pensent qu'elle en renferme.

Un habitant de Chaudes-Aigues venait de former un établissement d'incubation artificielle, comme celui que M. D'Arcet a formé à Vichy.

M. C. a trouvé que l'eau ne contenait que de l'acide carbonique, de l'oxigène et de l'azote, un peu d'hydrosulfate d'ammoniaque, une matière organique et différens sels; on y rencontre une assez grande quantité de silice de dissoute dans la soude.

Digitized by Google

Les rapporteurs pensent qu'il est difficile de faire un meilleur travail que celui de M. Chevallier, et regrettent qu'il n'ait pas eu plus de temps pour examiner le géologie de cette contrée, d'où il sort par an 209,178 kil. de sel contenu dans 34,000,96 litres d'eau. G. DE C.

78. NOUVEAU PROCÉDÉ POUR CONSERVER LES SELS CRISTALLISÉS. (*Edimb. New Philosoph. Journal*, avril 1828, p. 401.)

*M. Deuchar*, dans une communication à la Société wernérienne, fait connaître que les cristaux de sels efflorescens et déliquescens peuvent être préservés d'altération en imprégnant d'essence de térébenthine l'air des flacons dans lesquels on les conserve, ce que l'on fait facilement en versant une petite quantité de cette huile au fond des vases. G. DE C.

79. FAITS CONCERNANT LES PRODUITS OBTENUS PAR L'ACTION DU CHLORE SUR QUELQUES SELS; par M. J. LIEBIG. (*Annal. de Chimie et Phys.*; juin 1829, p. 189.)

La nature de la combinaison appelée *chlorure de chaux* étant encore peu certaine, M. Liebig a fait quelques recherches à cet égard. En faisant passer du chlore au travers du bicarbonate de potasse, l'acide carbonique est chassé, et il se forme du chlorure de potasse: avec l'acétate de potasse, le chlore est absorbé en grande quantité; la liqueur devient jaune; et par l'acide hydrochlorique ou un autre acide fort, le chlore se dégage avec effervescence. Ce liquide décolore à un haut degré, il a la saveur du deutoxide d'hydrogène, il épaissit la salive, mais ne tache pas la peau et ne donne pas d'oxigène par l'oxide d'argent; chauffé sur le mercure, il ne se dégage pas d'oxigène; en distillant on obtient de l'acide acétique, peu de chlore et point d'oxigène; et il se sépare du chlorure de potassium et du chlorate de potasse.

Pendant l'absorption du chore par l'acétate, on n'observe rien qui annonce la décomposition de l'acide acétique et surtout aucun dégagement d'acide carbonique.

Ce fait paraît convaincant pour l'existence de l'acide chloreux, et il ne doit pas être étonnant qu'il co-existe avec l'acide acétique, puisque l'acétate de plomb neutre est décomposé en partie par l'acide carbonique.

Une dissolution de chlorate oxigéné de potasse absorbe beaucoup plus de chlore qu'un égal volume d'eau, les acides en dégagent du chlore avec effervescence; la liqueur exposée à l'air perd après quelque temps sa propriété décolorante; par la chaleur elle la perd immédiatement sans dégagement de gaz. Après l'ébullition elle donne beaucoup de chlorure avec le nitrate d'argent. (Dans toutes les expériences le chlore avait été séparé de l'acide hydrochlorique par le lavage.)

En essayant de combiner l'oxide de chlore obtenu par l'acide sulfurique avec une dissolution de potasse, la chaleur fit briser la cornue avec une vive détonnation, cependant la liqueur décolorait le papier de tournesol.

Une dissolution de chlorate de potasse saturée de chlore se comporte comme une dissolution de chlore dans l'eau, les acides ne donnent pas d'effervescence; à l'air et par la chaleur le chlore se perd promptement et le nitrate d'argent n'est que faiblement troublé.

Du sulfure de plomb humide et du sulfure de barium dissous sont transformés instantanément en sulfate par les *chlorites*, et si l'acide chloreux contenait 3 atômes d'oxigène, ce serait exactement la proportion nécessaire pour transformer un sulfure en sulfate.

L'iode se transforme en iodate de chaux dans le chlorite de chaux et il se dégage du chlore, comme le avec le proto-sulfate de manganèse, en même temps qu'il se forme du persulfate; l'iodure de mercure ne dégage pas de chlore, mais il se précipite de l'oxide de mercure, même quand il y a excès de chlore.

Le sulfocyanure d'argent est décomposé avec dégagement de chaleur par le chlore qui est absorbé en grande quantité; la matière devient rouge de cinabre; chauffée, il passe du chlorure de soufre et il se sublime une substance jaune rougeâtre insoluble dans l'eau et les acides, décomposable par l'acide nitrique, faisant explosion avec le potassium dégageant un gaz inflammable et laissant une masse saline très-fusible, très-soluble et dont la dissolution colore en rouge foncé le perchlorure de fer. Le chlorure de soufre est mélangé de cyanogène, de soufre et de perchlorure de cyanogène; chauffé avec l'eau il donne de l'acide cyanique de M. Sérullas.

En mêlant de l'acétate de plomb neutre avec du sulfo-

Digitized by Google

cyanure de potassium, on obtient par une forte agitation des cristaux jaunâtres, brillans, peu solubles dans l'eau froide, perdant leur éclat dans l'eau chaude, qui rougissent alors le tournesol et donnent une poudre jaune insoluble. Ce sel chauffé se décompose en se boursoufflant, dégage du cyanogène et du carbure de soufre, et se sublime du soufre, et il reste du sulfure de plomb brillant. L'acide nitrique transforme ce sel en sulfate de plomb sans qu'il se sépare de soufre; la liqueur précipite abondamment les sels de baryte et de plomb, sur 100 ce sel contient 36, 19 de cyanure de soufre et 63, 81 de plomb.

Le sous-acétate de plomb avec le cyanure de potassium donne un précipité blanc, caséeux, devenant pulvérulent et jaunâtre par la dessiccation.

Ce sel chauffé se décompose sans qu'il se sublime de soufre et il se dégage de l'acide carbonique; il est insoluble dans l'eau, et l'acide nitrique le transforme en sulfate de plomb; mais la liqueur ne précipite pas les sels de baryte, elle est au contraire un peu précipitée par l'acide sulfurique.

Ce sel contient 59, 639 sulfocyanure de plomb et 40, 361 d'oxide de plomb.

Le calcul donnerait pour le premier 36, 87 cyanure de soufre et 64, 13 plomb, et pour le second 59, 124 sulfocyanure de plomb, 40, 876 oxide de plomb.

Ces deux sulfocyanures ne donnèrent pas par le chlore de sublimé rouge que M. Liebig regardait comme le radical de l'acide sulfocyanique.

Du sulfocyanure de potassium fondu dans un courant de chlore sec se boursouffle beaucoup, devient jaune, opaque, et enfin solide, et il se distille du chlorure de soufre et du perchlorure de cyanogène, et à un moment il se forme une épaisse vapeur rouge qui se condense en une masse rouge ou rougeâtre foncée, qui se sépare du verre en lames, sans apparence cristalline. Cette matière a une forte odeur de perchlorure de cyanogène, est insoluble dans l'eau et les acides, excepté le nitrique qui la décompose et le sulfurique qui la dissout.

Réduite en poudre et traitée par la potasse caustique, elle se colore en rouge foncé; la potasse séparée en lavant le résidu par l'alcool, l'eau en dissout la plus grande partie. Il reste quelques flocons jaunes insolubles.

Digitized by Google

Brûlée par l'oxide de cuivre, elle donne des acides sulfureux et carbonique et de l'azote, ces deux derniers gaz dans le rapport du cyanogène.

Avec le potassium, elle produit une vive explosion et donne une matière rouge, qui se dissout dans l'eau et précipite les sels de plomb et l'hydrochlorate de peroxide de fer en noir; l'acide hydrochlorique ne redissout le précipité qu'en partie; le liquide est rouge foncé et le résidu se change en bleu de Prusse à l'air.

Cette matière est donc un sulfure de cyanogène, contenant plus de soufre que l'acide sulfocyanique. Chauffée dans un courant à chlore sec, il se dégagea du chlorure de soufre et la matière devint jaune citron. Elle contenait alors 57,05 soufre et 42,95 cyanogène. En se dissolvant dans la potasse, elle laissait quelques flocons jaunes; par le potassium, il se dégage un gaz inflammable, qui n'est pas de l'hydrogène, et le résidu est formé de sulfocyanure, de sulfure et de cyanure de potassium.

Par la chaleur cette substance sèche donne du soufre; du cyanogène, du carbure de soufre. Elle paraît être le radical de l'acide hydro-sulfo-cyanique, ou s'en approcher beaucoup.

La matière jaune que l'on obtient par la décomposition à l'air, de l'acide sulfocyanique, ou en faisant bouillir de l'hydro-sulfo-cyanate de potasse avec l'acide nitrique, étendu dans le rapport de 1 de sel, 3 d'eau et 2 à 2 1/2 d'acide nitrique, a été examinée par M. L. On l'obtient aussi en faisant passer à chaud du chlore dans une solution d'hydro-sulfo-cyanate. Le liquide précipite fortement les sels de baryte et développe du cyanogène, tandis que celle du traitement par l'acide nitrique donne de l'ammoniaque.

La substance solide est douce au toucher, colore la peau avec beaucoup d'intensité. Elle contient 55,09 soufre et 44,91 cyanogène.

Le sulfure de cyanogène se dissout complètement dans le sulfure de potassium, préparé avec le sulfure de barium et le carbonate de potasse; l'acide muriatique en précipite du soufre. La liqueur filtrée contient du sulfo-cyanure de potassium.

M. L. n'a pu obtenir le sulfure de cyanogène décrit par M. Lassaigne, par le chlorure de soufre et le cyanure de mercure. Un peu d'eau produit une vive effervescence, il se dégage du cyanogène, et avec plus d'eau, de l'acide sulfureux.

Digitized by Google

En décomposant le sulfocyanure de potassium par le chlore sec, on obtient une substance jaune claire, qu'on purifie par l'ébullition avec l'acide muriatique et l'eau. Avec le potassium, elle dégage de la lumière; on obtient un sel fusible qui, au rouge, donne plusieurs gaz, et qui dissous, donne avec les sels de peroxide de fer, un précipté brun qui disparaît dans les acides, et le liquide devient vert ou rouge; il se précipite du bleu de Prusse. Par l'oxide de cuivre, on obtient 3 d'azote pour 4 d'a- de carbonique, mais il se forme toujours un peu d'acide nitreux.

L'acide nitrique décompose difficilement cette substance jaune; poussée presque à siccité et traitée par l'eau, la matière donne un résidu soluble dans l'eau, qui dépose par le refroidissement, des flocons solubles dans la potasse, et devient par l'acide acétique, opaline, épaisse et visqueuse, et donne par l'ammoniaque des flocons visqueux.

M. L. a obtenu un nouvel éther, qui contient du soufre et de l'azote et point d'oxigène probablement. On l'obtient en distillant 1 de sulfocyanure de potassium, 2 d'acide sulfurique et 3 d'alcool à 80° cent[es].; le produit mêlé à l'eau dépose un corps oléagineux, des 3/4 du poids du sulfocyanure.

Cet éther a une forte odeur d'assa-fœtida ou de cochlearia; il est insoluble dans l'eau, mais lui donne son odeur. Il a une saveur âpre, un peu sucrée et d'un arrière goût de menthe; il se dissout dans l'alcool et l'éther sulfurique; brûle facilement en donnant du gaz sulfureux, bout de 66° à 72 centigrades; n'est décomposé ni par la potasse, ni par l'ammoniaque. Le potassium y conserve son éclat quelque temps; à chaud il se forme une croûte jaune soluble dans l'eau, qui précipite les sels de chlorure de fer en ronge. L'acide nitrique fumant le décompose vivement; la chaleur va jusqu'à l'incandescence; étendu, il se dégage de l'acide nitreux et la liqueur précipite les sels de baryte. Avec l'acide sulfurique, il se trouble, et à chaud, il donne de l'acide sulfureux et devient noir. Il absorbe beaucoup de chlore; on ressent l'odeur d'acide hydrosulfurique et de carbure de soufre. En ajoutant un peu d'eau, le chlore est absorbé de nouveau, il se forme du chlorure de cyanogène et la liqueur précipite les sels de baryte.

Il dissout à peine l'iode, qui ne le décompose pas, et beaucoup de soufre qui se sépare sous forme d'une huile jaune et

reprend son apparence. Il dissout aussi le phosphore. G. de C.

80. Sur le précipité noir de platine de M. Edmond Davy, et sur la propriété de l'éponge de platine, d'enflammer l'hydrogene; par J. Liebig. (*Ibid.*, avril 1829, p. 316.)

M. Edmond Davy a obtenu, en chauffant du sulfate d'oxide de platine avec l'alcool, un précipité noir, tenu et tachant, et la liqueur s'est décolorée. Ce précipité a une odeur d'éther et jouit de la propriété de devenir rouge en l'humectant avec l'alcool qui se transforme en acide acétique. Il l'a regardé comme du nitrite d'oxide de platine combiné à une substance organique; opinion qui ne peut être d'accord avec son mode de préparation : en le chauffant, il fait d'abord entendre un sifflement, donne une petite flamme rouge et se réduit en platine : il ne brûle que faiblement dans l'oxigène, et chauffé au vase clos, il donne de l'oxigène, de l'acide carbonique, de l'acide nitreux et du platine. Les acides ne l'attaquent pas, mais il se dissout dans l'acide muriatique.

M. Doebereiner en l'examinant, a découvert l'inflammation de l'hydrogène par l'éponge de platine. Il indique pour préparer ce corps de traiter le chlorure de platine par l'alcool.

M. Zeise a signalé comme une combinaison particulière une substance qu'on obtient en chauffant doucement, dans une cornue, du chlorure de platine avec 12 parties d'alcool à 0,813 de densité, jusqu'à ce que le chlorure noircisse et que le liquide devienne clair et incolore. Il se forme de l'éther hydrochlorique et le liquide s'acidifie. Le précipité séché s'enflamme sans air à une température élevée avec une faible détonnation; il se dégage de l'acide carbonique, de l'oxigène et de l'eau avec un peu d'acide acétique.

M. Liebig regardant les trois matières comme une même substance combinée ou mêlée avec d'autres, a observé que par le procédé de M. Davy, la matière contient de l'acide nitreux qui est étranger et que l'on peut séparer par la potasse, et qu'en faisant passer sur les deux autres un courant d'hydrogène, il se forme de l'acide hydrochlorique, ce qui prouve qu'il y reste des chlorures; il ne se forme pas d'eau, ce qui indique qu'il ne doit pas y avoir d'oxigène.

Pour obtenir la substance pure, on prépare du chlorure de

Digitized by Google

platine en chauffant long-temps et fortement du chlorure et traitant le chloride par la potasse concentrée : il se dissout par la chaleur et donne une liqueur noire, peu transparente, dans laquelle on verse de l'alcool, après l'avoir retiré du feu en l'agitant chaque fois : il se fait une telle effervescence qu'il faut employer un très-grand vase. Il se dégage beaucoup d'acide carbonique et il se précipite une poudre noir de velours, très-lourde, qu'on fait bouillir successivement avec un peu d'alcool, d'acide hydrochlorique, et de potasse, et ensuite 5 à 6 fois avec de l'eau : puis, on lave et on sèche dans une capsule de porcelaine, sans contact avec aucun filtre, ni aucune substance organique.

Cette poudre noire est grenue et dure, n'a pas d'odeur éthérée, ne s'enflamme pas dans l'air ou l'oxigène, ne donne pas d'eau avec l'hydrogène et ne perd pas de poids par la calcination : elle n'est pas attaquée par l'acide hydrochlorique ou la potasse, se dissout dans l'eau régale et donne du chlorure de platine : humectée avec de l'alcool, elle ne donne pas d'effervescence, mais rougit vivement et reste incandescente, tant qu'il y a de l'alcool, et se convertit en acide acétique. Elle enflamme un courant d'hydrogène. Pressée ou frottée sur une pierre avec du bois, elle prend l'éclat métallique. Sa densité s'est trouvée de 17,572, 15,780 et 16,319.

Ce précipité n'est que du platine très-divisé : celui que l'on obtient en précipitant une dissolution acide de chloride par le zinc est semblable. Quand la dissolution est plus neutre, le platine forme une croûte grise, compacte, qui ne jouit pas des mêmes propriétés.

M. L. a quelquefois obtenu par le zinc une poudre grise qui ne rougissait pas avec l'alcool, et ne donnait pas d'acide acétique : quoique ce liquide se décomposât, son odeur disparaissait, et, après quelques heures, on obtenait un gaz impropre à la respiration, qui n'était pas de l'acide carbonique.

En mettant sous une cloche le *Noir de platine* ( c'est le nom que M. L. donne à la substance qu'il examine ), humecté d'alcool, et à côté un vase contenant une dissolution de potasse, celle-ci se colore en jaune et donne un précipité de même couleur qui ne contient pas de platine.

Le noir de platine absorbe et retient beaucoup de divers gaz; s'il n'a pas été bien lavé, il retient de l'alcool que l'on ne peut

Digitized by Google

même séparer par le vide et à la chaleur de l'eau bouillante, il rougit et brûle le papier, il enflamme facilement l'éther.

En traitant le chlorure de platine par un alcali, on obtient un précipité noir volumineux, qui, bien lavé et traité par l'alcool, donne du noir de platine; mais il se forme de l'éther hydrochlorique.

On pourrait penser que le protoxide de platine n'existe pas; mais il y a lieu de croire qu'il existe un degré d'oxidation inaperçu jusqu'ici, ce que prouvent les expériences suivantes :

En mêlant du chloride neutre de platine avec du sulfate d'ammoniaque et de l'ammoniaque pur, on obtient un précipité blanc épais, qui, par la chaleur, donne un liquide incolore qui ne se trouble pas par le refroidissement : en ajoutant du chloride de platine, il disparaît et donne un précipité vert de chlorure.

Le chloride de platine se décolore complètement par le sulfite de potasse, sans rien précipiter : ce liquide renferme de l'acide sulfurique, il reprend à l'air sa couleur jaune, et n'est précipité ni par la potasse ni par les sels d'ammoniaque. 100 grains de noir de platine absorbent, d'après Doebereiner, 20 p.c. d'hydrogène. Si 5 se sont portés sur l'oxigène absorbé par le noir de platine pour former de l'eau, en prenant 16 pour la densité du noir de platine, on trouve que 1 p. c. a absorbé 745 d'hydrogène, ce qui explique bien la combustion de l'hydrogène et de l'alcool.

M. L. croit que cette action dépend seule de l'absoption du gaz et que l'électricité ne joue aucun rôle.

Le noir de platine ne rougit que quand il est partiellement humecté d'alcool; mais il décompose toujours ce liquide, sans rougir, quand il en est entièrement imprégné. G. de C.

81. Procédé pour découvrir de petites quantités d'Opium en solution; par M. Hare. (*Americ. Journ. of Science*; juin 1827, p. 290.)

Ce procédé est fondé sur la propriété de l'acide méconique de précipiter le plomb. En versant quelques gouttes d'acétate de plomb dans une infusion qui contient une certaine quantité d'opium, il se précipite du muriate de plomb, qui, lorsque la quantité est très-petite, demande 6 à 12 heures pour se réunir: ce précipité étant rassemblé au fond du vase, on y verse une trentaine

de gouttes d'acide sulfurique et de suite autant de sulfate de peroxide de fer, l'acide sulfurique met en liberté l'acide méconique qui donne une couleur rouge avec le fer.

82. Recherches chimiques sur le baume de Copahu; par M. Gerber, à Hambourg. (*Archiv des Apotheker Vereins*, v. *Brandes*; Tom. XXX, cah. 2, page 147; 1829.)

Le baume de copahu est produit par plusieurs espèces d'arbres du genre *Copaïfera*, de la famille naturelle des légumineuses. Les espèces qui en fournissent le plus sont les *Copaïfera multijuga* et *C. coriacea* Martius, *C. Jacquini* et *C. Langsdorfii* Desfontaines, et *C. bijuga* Hayne. Le meilleur copahu nous vient du Brésil, et c'est sur celui-ci qu'ont porté les recherches chimiques de M. Gerber.

L'auteur étudie d'abord le copahu en lui-même, la manière dont ce baume se comporte avec les réactifs; puis il fait l'histoire de chacun des principes qui entrent dans sa composition.

| | |
|---|---|
| Sur 100 parties, ce corps est formé de: Huile volatile... | 41,00 |
| Résine brune, insoluble dans le pétrole à froid....... | 2,18 |
| Résine jaune, cassante, soluble dans le pétrole froid... | 51,38 |
| Eau......................................... | 5,44 |

En vieillissant, le baume de copahu subit des changemens; une partie de son huile se transforme en une résine brune, molasse.

L'auteur examine l'action des différens réactifs sur l'huile volatile de copahu; il résulte de ses recherches que cette huile ne contient pas d'oxigène, et que sous ce rapport elle ressemble à celle de térébenthine. Il passe ensuite à l'histoire des deux résines contenues dans le copahu, et décrit les différens résinates qu'elles forment avec les bases. K.

83. De l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool, et des produits qui en résultent; par M. Serullas. (*Ibid.*; octob. 1828, p. 152.)

Les recherches de Fourcroy et Vauquelin sur l'éther sulfurique, de Boulay père sur les éthers, de Dabit, Sertuerner, Vogel et Gay-Lussac sur l'acide sulfo-vinique et les sulfo-vinates, laissent beaucoup à désirer. La théorie de l'éthérification était loin d'être bien établie. M. Hennell avait publié récemment des

expériences importantes sur l'*huile douce de vin*, et MM. Dumas et Boullay fils, dans leurs mémoires sur les éthers, avaient obtenu des résultats qui paraissaient fort différens de ceux de ce chimiste. M. Sérullas a repris la question, et son travail paraît ne rien laisser à désirer.

La matière que M. Hennell avait appelée huile douce du vin, et qui est chimiquement différente de celle à laquelle on donne habituellement ce nom, a d'abord fixé son attention. C'est un composé d'acide sulfurique et d'hydrogène carboné, qu'il appelle *sulfate neutre d'hydrogène carboné* ou *sulfate d'éther*. Pour le préparer, on distille 2,5 d'acide sulfurique et 1 d'alcool à 36°, il se produit un peu d'éther et ensuite un liquide huileux plus ou moins jaune, qui se place tantôt sous un autre liquide incolore, tantôt au-dessus. Dans le 1^er^ cas, il est mêlé à plus d'acide sulfureux et moins d'éther : on sépare le liquide incolore et on lave immédiatement avec un peu d'eau pour enlever l'acide sulfurique, une partie de l'alcool, de l'éther et de l'acide sulfureux; on sépare l'eau et l'on fait évaporer sous la machine pneumatique au-dessus de l'acide sulfurique, en faisant le vide lentement à cause de la vive ébullition qu'occasionnent l'éther et l'acide sulfureux; et après 24 heures, on obtient le sulfate d'hydrogène carboné d'un beau vert foncé, après qu'il a passé par le vert-clair, le bleu verdâtre et le bleu d'émeraude. La couleur n'est pas due à l'eau, elle paraît provenir de l'oxigène.

Le sulfate d'hydrogène carboné a une odeur pénétrante, une saveur piquante et fraîche, un peu amère, une densité de 1,33; il est un peu soluble dans l'eau et très-soluble dans l'alcool et l'éther, d'où on le sépare par l'évaporation ou par le vide; sous l'eau il se décompose au bout de quelque temps et donne une huile légère (huile douce), et un sulfate acide d'hydrogène carboné qui reste dissous : le changement est très-lent si la quantité d'eau est petite; en faisant chauffer, la séparation s'opère très-rapidement. L'huile légère est opaque; abandonnée au repos elle donne des cristaux de même nature qu'elle; on peut traiter le dépôt en chauffant avec un peu d'eau.

Le sulfate d'hydrogène carboné, soumis à l'ébullition, se transforme en *acide sulfurique* et en *alcool* sans dégager d'acide sulfureux ni aucun gaz, en ayant la précaution d'ajouter de

l'eau un grand nombre de fois, avant que l'acide sulfurique soit assez concentré pour réagir sur la substance végétale; auquel cas, il se formerait de l'acide sulfureux, de l'hydrogène carboné et du charbon.

Ce fait rappelle qu'en décomposant l'éther oxalique par le gaz ammoniac sec, MM. Dumas et Boullay ont obtenu de l'alcool et de l'oxalo-vinate d'ammoniaque, c'est-à-dire un composé d'ammoniaque, d'hydrogène carboné et d'acide oxalique.

Le sulfate neutre d'hydrogène carboné donne de l'eau en moindre proportion que dans l'éther, ou 1 atôme d'éther et 2 d'hydrogène bi-carboné, probablement sous forme d'huile douce; ce qui porta M. S. à le regarder comme un sulfate double d'éther et d'hydrogène carboné.

M. Hennell n'avait pas trouvé d'eau dans son analyse; il y a certainement erreur, car M. S. n'a analysé ce composé qu'après qu'il eût resté plusieurs mois en contact avec le potassium.

Le sulfate neutre d'hydrogène carboné, traité par la base, donne comme avec l'eau de l'huile douce et du *sulfo-vinate*; que MM. Faraday et Hennell, d'abord, et ensuite MM. Dumas et Boullay, ont regardé comme des sels doubles dont l'une des bases est l'hydrogène carboné.

Les sulfo-vinates se rapprochent des hypo-sulfates par leur solubilité, mais en diffèrent par la propriété qu'ont ceux-ci de donner de l'acide sulfureux avec effervescence par l'acide sulfurique, tandis que les sulfo-vinates ne donnent aucun gaz, et produisent un dépôt de charbon considérable. Bouillis avec l'eau ils donnent des sulfates acides de la base et de l'alcool. Le sulfate acide d'hydrogène carboné concentré se décompose, sous le vide, en acide sulfurique et probablement en alcool.

Les sulfo-vinates secs donnent de l'acide sulfureux, de l'hydrogène carboné, un dépôt de charbon et de l'huile qui n'est que le sulfate neutre d'hydrogène carboné, que l'on obtient en si grande quantité, que ce procédé peut servir à lapréparer: pour cela on fait chauffer quelques instans parties égales d'alcool à 38, et d'acide sulfurique; on sature par une bouillie de chaux, on filtre ou concentre, on filtre de nouveau pour séparer du carbonate de chaux et un peu de sulfate, et l'on met

à l'étuve : le sulfo-vinate cristallise lentement, on le dessèche et on le distille. Il faut beaucoup de soins pour cette dessiccation. L'analyse du sulfo-vinate de chaux a donné :

| | | |
|---|---|---|
| Sulfate de chaux, | 0,4689 | 1 atôme. |
| A. sulfurique, | 0,2759 | 1 |
| Éther, | 0,2552 | 1 |

A la fin de la préparation de l'éther, quand il se forme de l'acide sulfureux, l'éther évaporé spontanément donne du sulfate-neutre, d'hydrogène carboné, et de petites quantités de sulfate acide de chaux en aiguilles très-fines, qui proviennent sans doute de l'eau qui a servi à préparer l'acide sulfurique, car les vases n'avaient pu en donner. Le sulfate d'hydrogène carboné ne se forme qu'en même temps que l'acide sulfureux.

Le potassium se conserve dans le sulfate neutre d'hydrogène carboné, séché sous le vide; mais en les chauffant ensemble il y a une vive action, il se forme peu de sulfure de potassium, beaucoup de sulfate de potasse et d'hydrogène carboné, il se précipite du charbon et il se dégage en même temps une très-forte odeur d'ail, que MM. Dumas et Boullay avaient remarquée dans l'éther oxalique purifié par la litharge.

M. S. essaie ensuite de donner la théorie dela formation de l'éther : il pense que l'acide sulfurique détermine d'abord la formation de l'eau, d'où provient l'éther qui forme le sulfate acide d'éther (acide sulfo-vinique); que par l'ébullition ce composé se détruit successivement et que l'éther se volatilise, l'acide sulfurique ayant retenu l'atôme d'eau d'alcool. Il est probable qu'ensuite quand l'alcool a disparu et que l'eau est volatilisée, le sulfate acide d'éther se décompose et donne de l'hydrogène carboné ; qu'une partie de ce sulfate se combine avec une partie du gaz et donne du sulfate neutre d'hydrogène carboné ou sulfate double d'hydrogène carboné et d'éther; ou bien que la partie d'acide sulfurique qui constitue le sulfate acide d'éther est séparée ou détruite, et donne du sulfate neutre, dont une partie est entraînée par l'acide sulfureux, tandis qu'une autre partie se décompose et donne de l'acide sulfureux, de l'hydrogène carboné, du charbon et peu d'acide carbonique; en un mot, quelque soit la supposition qu'on adopte, on voit le sulfate neutre d'hydrogène carboné se séparer par l'ébulli-



Digitized by Google

tion avec l'eau en *acide sulfurique*, *alcool* et *hydrogène carboné condensé* (huile douce du vin.)

En préparant de l'éther phosphorique, M. S. a obtenu avec le résidu, de l'hydrogène carboné, point d'hydrogène phosphoré, et un peu d'une huile ayant l'apparence de l'huile douce; l'éther ne contenait ni huile, ni phosphate neutre d'hydrogène carboné.

L'éther sulfurique donne, avec l'acide sulfurique, beaucoup de sulfate acide neutre : en distillant, le sulfate neutre ne se produit pas en plus grande quantité qu'avec l'alcool.

En chauffant avec l'eau dans un balon à long col le sulfate neutre d'hydrogène carboné jusqu'à ce qu'il ait disparu en entier, versant le tout dans une capsule que l'on garde dans un lieu frais, on obtient des prismes croisés, symétriquement au milieu de l'huile douce; jetés sur un filtre mouillé, le sulfate acide passe, et on lave jusqu'à ce que la liqueur ne sorte plus acide. On place l'entonnoir sur un flacon où s'écoule l'huile, et on obtient les cristaux que l'on distille, on les fond pour les couler sur une lame de verre, et on dessèche avec du papier Joseph.

La matière obtenue est en longs prismes transparens, très-brillans, insipide, friable, cassant sous la dent, d'une odeur aromatique particulière, fusible à 110°, volatilisable à 260, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et mieux dans l'éther, et décomposable au rouge en charbon et hydrogène carboné. Sa densité est de 0,980.

L'huile douce est légèrement jaune, d'une odeur aromatique, d'une densité de 0,921, bout à 20°, tache le papier, s'épaissit par le refroidissement à la consistance de la térébenthine à — 25°, et est solide à — 35. Elle ne conduit pas l'électricité quand elle est sèche, et devient conductrice quand on la mêle à l'eau. Ces deux substances contiennent 6 atômes de carbone pour 1 d'hydrogène, comme l'hydrogène bi-carboné. M. S. a répété beaucoup de fois son analyse, parce que MM. Boullay et Dumas avaient trouvé dans l'huile douce 4 volumes de vapeur de carbone et 3 d'hydrogène, et en avaient déduit une théorie qui rendait cette composition inévitable.

Le sulfate neutre d'hydrogène carboné peut être représenté par

2 at. acide sulfurique, 10, = 0,55173

| | | |
|---|---|---|
| 2 hydrogène bi-carboné, | 3,50 | 0,19310 |
| 1 d'éther, | 4,625 | 0,25528 |

M. S. employa pour l'analyse l'oxide de cuivre et le gaz oxigène, qu'il fait passer un grand nombre de fois sur la matière, au moyen de deux appareils, comme ceux que MM. Gay Lussac et Liebig ont employé pour analyser l'acide fulminique. Il faut beaucoup de soin pour que l'oxide ne contienne pas de cuivre.

De tous ces faits, M. Sérullas conclut que, dans la formation de l'éther,

1° Il ne se produit pas d'acide hypo-sulfurique qui s'unisse à une matière végétale.

2° Qu'il se forme du sulfate acide d'hydrogène carboné qui, par l'ébullition, abandonne l'éther qu'il contient.

3° Que ce sulfate se sature d'hydrogène carboné ou perd de son acide sulfurique pour former du sulfate neutre d'éther, dont une partie se distille et l'autre se décompose.

4° Que le sulfate neutre d'éther prend une belle couleur verte en se desséchant, et que dans l'eau, à la température ordinaire, il devient bi-sulfate, en perdant de l'hydrogène carboné, qui forme l'huile douce ou un composé solide cristallisé.

5° Que le bi-sulfate d'éther se transforme en acide sulfurique et en alcool par l'ébullition avec l'eau.

6° Que le bi-sulfate d'éther forme avec les bases des sels qui alors remplacent l'hydrogène carboné, des sels appelés *sulfovinates*, qui, bouillis avec l'eau, se transforment en eau et en sulfate acide de la base; que, séchés et chauffés, ils donnent de l'acide sulfureux, de l'hydrogène carboné, de l'alcool, du *sulfate neutre d'hydrogène carboné*, du charbon et un sulfate acide de la base.

7° Que l'huile douce du vin et la matière cristalline qu'elle dépose sont de l'hydrogène bi-carboné, comme l'a dit M. Hennell.

8° Que l'éther sulfurique, dès le commencement de sa distillation, contient du bi-sulfate d'éther, et ensuite du sulfate neutre d'hydrogène carboné, que l'on peut obtenir par l'évaporation de l'éther.

9° Que pour avoir le sulfate neutre d'hydrogène carboné

Digitized by Google

en huile douce du vin, il faut distiller le sulfo-vinate de chaux desséché. G. de C.

84. Rapport fait a l'Académie des Sciences sur le Mémoire de M. Sérullas, sur l'action de l'acide sulfurique, sur l'alcool; par M. Chevreul, Imp. par ordre de l'Académie.

Dans ce rapport remarquable, M. Chevreul donne l'historique des travaux sur l'éther, et fait ressortir l'importance de celui de M. Sérullas; l'extrait que nous en avons donné dans le n° précédent, nous dispense d'une analyse plus étendue de ce rapport.

85. Sur l'action mutuelle de l'acide sulfurique et de l'alcool, et sur le mode de la formation de l'éther; par M. Hennell. (*Philos. Transact.*, 1828, part. II, p. 71.)

M. Hennell fait remarquer la différence des résultats qu'ont obtenus MM. Dumas et Boullay, d'avec ceux qu'il a publiés, (Voy. *Bulletin*, Tom. VII, n° 245), et celle non moins grande de leurs résultats relatifs à l'éthérification.

En mêlant parties égales d'acide sulfurique et d'alcool, la moitié environ de l'acide est transformée en acide sulfo-vinique par sa combinaison avec l'hydrure de carbone. L'acide sulfurique perd la moitié de sa capacité de saturation, et forme des sels solubles; et quand on soumet le mélange à la distillation, il se forme de l'éther et l'acide sulfo-vinique disparaît. Il s'agit de savoir si l'éther a été formé par l'action directe de l'acide sulfurique et de l'alcool restant, si l'acide sulfo-vinique y a contribué, ou si cet acide n'est pas un état essentiel des élémens intermédiaires entre le mélange de l'acide et de l'alcool, et la formation de l'éther. MM. Dumas et Boullay pensent que la formation de l'éther est absolument indépendante de celle de l'acide sulfo-vinique. M. H. est d'un avis contraire, d'après les expériences suivantes.

500 grains d'acide sulfurique ont produit 1500 de sulfate de plomb.

500 grains de cet acide, mêlés avec autant d'alcool à 0,820 de densité, le mélange a été abandonné 48 heures : on n'a obtenu que 616 de sulfate de plomb.

Un mélange semblable distillé après le même temps, on a

recueilli 117 parties d'eau, d'alcool et d'éther; le résidu a donné 804 de sulfate de plomb, c'est-à-dire 188 de plns que le précédent.

On a distillé un troisième mélange pour obtenir 200 grains qui étaient presque tout de l'éther. Le résidu a donné 986 de sulfate de plomb.

A un quatrième mélange distillé pour obtenir 200 grains, on a ajouté 200 grains d'eau, on en a retiré 160 par la distillation; on a ajouté 200 grains d'eau et on a continué la distillation; on a encore ajouté 500 grains d'eau et distillé pour retirer une valeur égale à l'eau ajoutée; on avait pour but de séparer tout l'alcool et l'éther; il ne s'est dégagé aucune odeur sulfureuse, ni produit aucune carbonisation; le liquide a donné 1480 grains de sulfate de plomb, ce qui prouve que l'acide sulfo-vinique est presqu'entièrement décomposé et que ce n'est pas de l'acide hypo-sulfurique qui se forme.

Ces expériences semblaient prouver que l'éther était le produit de la décomposition de l'acide sulfo-vinique; mais le mélange d'acide sulfurique et d'alcool, outre l'acide sulfo-vinique contient de l'acide sulfurique et de l'alcool, car dans le mélange, $\frac{2}{5}$ de l'acide a été converti en acide sulfo-vinique en se combinant avec l'hydrure de carbone de moins de $\frac{1}{3}$ de l'alcool.

Pour savoir si l'on pouvait obtenir de l'éther sans la présence de l'alcool, M. H. a préparé du sulfo-vinate de potasse contenant 28, 84 de potasse. 500 grains de ce sel mêlés avec 150 d'acide sulfurique pouvant à peu près saturer la base, on a distillé : il a passé à peu près 1 drachme de liquide, et il est resté dans la cornue un sel noir, acide et d'une odeur d'acide sulfureux; quelques grains de potasse ajoutés au produit distillé ont séparé un peu d'eau; la liqueur claire, décantée et mêlée à du chlorure de calcium, a donné 1 drachme à peu près d'éther pur.

En répétant l'expérience après avoir mêlé au sulfo-vinate son poids d'eau avant d'ajouter l'acide sulfurique, il n'a pas passé d'éther et la matière ne s'est pas charbonnée.

M. H. avait démontré précédemment qu'en chauffant de l'huile douce du vin avec l'eau, on obtenait de l'hydrure de carbone et de l'acide sulfo-vinique. En répétant l'expérience,

Digitized by Google

200 grains d'huile douce ont donné environ 1 drachme de liquide qui, distillé sur du carbonate de potasse, était de l'alcool contenant un peu d'éther.

M. H. croit que ces faits prouvent que l'éther n'est pas entièrement formé par l'action directe de l'alcool et de l'acide, que l'acide sulfo-vinique est converti plus ou moins en acide sulfurique et aide probablement beaucoup la formation de l'éther, et que l'on peut soutenir que la formation d'acide sulfo-vinique est un degré intermédiaire et nécessaire dans la formation de l'éther.

L'éther ne peut se former sans la présence de l'acide sulfo-vinique; quand l'acide sulfurique est assez étendu pour que cet acide ne se forme pas, il ne se produit pas d'éther. L'acide sulfo-vinique produit de l'éther sans le concours de l'alcool, et s'il se forme plus d'éther que l'acide sulfo-vinique produit ne peut en donner, on peut supposer qu'en même temps qu'une partie de cet acide se décompose, une autre se forme; ce que prouve l'expérience suivante.

On a laissé 24 heures 500 grains d'acide sulfurique concentré et partie égale d'eau mêlés avec 2000 d'alcool de 0, 820 p.s. Le mélange distillé pour obtenir à peu près le poids de l'alcool employé, il s'était formé de l'acide sulfo-vinique, car le résidu a dissous beaucoup de carbonate de plomb; il s'est formé de l'acide sulfo-vinique par la chaleur; ce qui est en opposition avec l'idée que l'acide sulfurique agit en enlevant l'eau à l'alcool.

L'hydrure de carbone dans l'huile douce du vin, neutralise toutes les propriétés de l'acide sulfurique, et la moitié dans l'acide sulfo-vinique et donne ce dernier corps, il peut se réunir à la portion d'eau nécessaire pour former l'éther ou à celle plus grande qu'exige l'alcool.

Pour prouver que les élémens de l'acide sulfo-vinique peuvent se séparer en alcool et acide, 500 grains d'acide et d'alcool sont restés mêlés plusieurs jours; on a ajouté 1000 grains d'eau et distillé pour recueillir un produit de 1400. Il ne s'est pas fait de carbonisation, et l'acide sulfurique n'a pas été décomposé, il ne s'est pas formé d'éther et l'on a retrouvé à peu près tout l'alcool et l'acide employés.

En chauffant un mélange d'éther et d'acide sulfurique, on ob-

Digitized by Google

tient de l'huile du vin et de l'acide sulfo-vinique, et comme cet acide étendu donne de l'alcool et de l'acide sulfurique, on peut à volonté transformer l'éther en alcool, ou celui-ci en éther, et former même de l'alcool ou de l'éther en se servant de gaz oléfiant.

En terminant, M. H. fait remarquer le désaccord qui existe entre les conclusions du 2ᵉ mémoire de MM. Dumas et Boullay et les faits, et pense qu'en lisant les mémoires de ces chimistes et ceux de MM. Faraday et de lui, il sera facile de décider à qui appartiennent les vues originales contenues dans leurs mémoires. G. de C.

86. Sur l'éther hydriodique; par M. Sérullas. (*Journ. de Pharm.*; août 1829, p. 444.)

On introduit dans une petite cornue tubulée 40 grammes d'iode, 100 d'alcool à 38°, et on y jette 235 de phosphore, on distille presque à siccité, on verse dans la cornue 25 à 30 grammes d'alcool et on distille de nouveau au même point. En versant de l'eau dans la liqueur on obtient l'éther.

87. Note sur une substance cristalline recueillie dans une huile de citron long-temps exposée au contact de l'air; par M. Boissenot. (*Ibid.*; juillet 1829, p. 324.)

De l'huile essentielle de citron bien pure a été exposée au contact de l'air pendant deux ans, dans une cave, le flacon était bouché avec du liége, et on le débouchait de temps à autre pour renouveler l'air.

Au bout d'un an on remarqua des cristaux à la partie inférieure du bouchon : après une nouvelle année l'huile était devenue épaisse, son odeur avait changé; elle était devenue âcre et piquante. Distillée, il s'en dégagea un liquide aqueux, acide, sur lequel nageait une huile acide de couleur ombrée; il resta dans la cornue une espèce de résine. Le liquide acide, saturé par la potasse, donna de l'acétate, qui, traité par l'acide sulfurique, dégageait une odeur particulière et se colorait en rouge; à —7 ou —8°, il se sépara des cristaux incolores, transparens, brillans, d'une odeur faible et d'une saveur âcre et piquante, fusibles à 43 ou 45°, volatils au-dessus de l'eau bouillante; les vapeurs condensées se prenaient en une masse

aiguillée. Sur les charbons ils se cristallisaient sans s'enflammer; jetés dans un creuset rouge et recouvert d'une cloche, ils se sont décomposés en partie, l'autre partie est venue se condenser sur la cloche.

Ces cristaux sont insolubles dans l'eau froide, solubles dans l'eau bouillante, en si grande proportion, que la liqueur se prend en masse en refroidissant; ils se dissolvent aisément dans l'alcool et l'éther; ces dissolutions ne sont ni acides ni alcalines. L'acide nitrique les dissout à froid sans les décomposer; à chaud, il se dégage beaucoup de vapeurs rutilantes, mais il ne se forme pas d'acide oxalique.

L'acide sulfurique dissout ces cristaux, se colore en rouge et dégage une odeur aromatique : en y ajoutant de l'eau, il se précipite une matière blanche, résinoïde, infusible à 100°, insoluble dans l'eau et l'acide hydro-chlorique.

Les cristaux se dissolvent à froid dans l'acide hydro-chlorique; en chauffant la liqueur, elle se trouble, et redevient claire par le refroidissement. Ils se dissolvent aussi dans l'acide acétique; mais les liqueurs alcalines ne paraissent les dissoudre que par l'eau qu'elles renferment. L'huile essentielle de citron ne les dissout pas. C. F.

88. Nouveau procédé pour obtenir en peu d'heures le Sulfate de quinine sans employer l'alcool; par M. Cassola. (*Ibid.*; avril 1829, p. 167.)

L'auteur propose les modifications suivantes pour le traitement du quinquina : il en fait bouillir 1 kil. dans 6 kil. d'eau, à laquelle il ajoute 56 gr. de potasse caustique. Il le filtre sur une toile et le lave avec de l'eau froide jusqu'à ce qu'elle en sorte incolore. Il lui reste sur la toile le quinquina à-peu-près privé de la cinchonnine et des substances colorantes solubles dans la potasse.

Il traite par trois fois la matière qui est restée sur le filtre par 7 kil. d'eau, aiguisée de 40 gr. d'acide sulfurique. Puis réunissant les trois solutions, il neutralise l'excès d'acide par du sous-carbonate de chaux qui, en se précipitant, entraîne les matières colorantes qui n'auraient point été enlevées dans le premier traitement.

Dans la liqueur qu'il obtient alors, il verse du sous-carbo-

Digitized by Google

nate de potasse. Il se produit un précipité qu'il lave, puis il dissout la quinine par de l'alcool. Il filtre et distille pour en retirer en partie l'alcool. Il acidifie la liqueur visqueuse à la manière ordinaire, et procède à la cristallisation.

Il propose aussi d'en extraire le sulfate de quinine, sans faire usage d'alcool. A cet effet, il fait bouillir chaque kil. de quinquina dans 4 kil. d'eau, à laquelle il ajoute 110 gr. de sous-carbonate de potasse ou 56 gr. de potasse caustique; il filtre alors sur une toile. Il reprend ensuite le dépôt, il le fait bouillir plusieurs fois avec de l'eau aiguisée d'acide sulfurique; et il reforme un précipité dans cette liqueur par du sous-carbonate de potasse, et il lave avec de l'eau froide; puis il fait bouillir dans de l'eau acidulée d'acide suifurique, en y ajoutant du charbon animal, et procède à sa cristallisation. C. F.

89. Acide hydrocianique en contact avec les acides hydrochlorique et sulfurique; par M. Kuhlmann. (*Annales de Chimie et Physique*; avril 1829, p. 441).

Ayant remarqué que l'on pouvait quelquefois conserver une année entière de l'acide hydrocyanique sans décomposition, tandis que souvent il se décompose presque immédiatement, M. K. a essayé sur lui l'action des acides.

En mêlant l'acide hydrocyanique avec l'acide hydrochlorique, après 12 heures le flacon était tapissé de beaux cristaux cubiques jaune d'or, dont quelques-uns en trémies comme le sel marin; un certain nombre étaient peu colorés, ceux qui se précipitèrent ensuite étaient incolores, la liqueur était limpide et avait diminué de plus de moitié. En recommençant l'expérience avec de l'acide hydrocyanique récent, les cristaux déposés étaient blancs.

Chauffés ils donnent une vapeur blanche qui se condense en poudre blanche; la potasse et la chaux en dégagent beaucoup d'ammoniaque; ils sont très-solubles dans l'eau et précipitent fortement le nitrate d'argent.

L'acide sulfurique se mêle mal à l'acide hydrocyaniqne avec un faible dégagement de chaleur; il ne se forme pas de cristaux après deux jours. Le mélange chauffé donne d'abord de l'acide

Digitized by Google

hydrocyanique et ensuite un gaz inflammable, probablement d'hydrogène carboné, et le résidu se solidifie c'était : du sulfate d'ammoniaque. G. de C.

90. Réaction singulière de l'acide sulfurique sur l'albumine de l'oeuf de poule; par M. Raspail. (*Annal. des scienc. d'observ.*; mai 1829, p. 287.)

On regardait l'albumine comme étant coagulée par l'acide sulfurique en blanc, M. Raspail a observé quelques différences à cet égard. Quelques parcelles de sucre donneraient une couleur rouge. De l'albumine abandonnée pendant quelques jours à l'air a donné des grumeaux blancs et beaucoup d'autres jaunes, avec une odeur qui rappelait celle du chlore. Du sel marin pur en poudre a donné la même teinte. Un courant de chlore a donné avec l'albumine un coagulum, blanc à la surface, et jaune verdâtre à l'intérieur; en versant dessus de l'acide sulfurique, on obtint une belle couleur jaune. De l'acide hydrochlorique coagula l'albumine en blanc, et en ajoutant de l'acide sulfurique, on obtint encore des grumeaux jaunes d'or mêlés de quelques grumeaux blancs. En mêlant de l'acide sulfurique et de l'acide hydrochlorique, et en y versant de l'albumine, elle se colore en beau jaune. En posant doucement l'albumine à la surface des deux acides, la partie en contact avec les acides se colore en jaune, la partie supérieure se coagule en blanc; et du papier de tournesol mouillé, placé au-dessus de la liqueur, rougit, mais beaucoup plus lentement qu'au-dessus du simple mélange de sel et d'acide. L'acide hydrochlorique concentré, versé sur un mélange de sel et d'albumine, coagule celle-ci en blanc seulement. L'acide nitrique, versé sur le triple mélange, ne développe pas des couleurs immédiatement, mais l'albumine jaunit le lendemain, comme si elle eût été traitée par l'acide nitrique seul.

M. R. pense que l'albumine joue, par rapport au sel marin, le même rôle que l'oxide, de manganèse et empêche le chlore de s'hydrogéner, ou décompose l'acide hydrochlorique qui se dégagerait. G. de C.

91. Procédé pour extraire l'Urée de l'urine humaine; par M. Henry fils. (*Journ. de Pharmac.*; avril 1829, p. 161.

Quelques médecins ayant tenté l'emploi de l'urée pour combattre diverses affections morbides, comme celle du diabète dans lequel ce principe avait quelquefois disparu; pour répondre à leurs demandes, M. Henry, après avoir fait usage des procédés de MM. Fourcroy, Vauquelin et Thénard pour l'extraction de l'urée, indique le suivant comme présentant des avantages assez grands. Dans de l'urine fraîche, il verse de l'acétate ou de l'hydrate de plomb en excès. Il se fait un précipité qui entraîne les matières animales muqueuses et les acides. Puis il filtre; dans la liqueur filtrée il ajoute un peu d'acide sulfurique, pour précipiter les sels de plomb solubles: il décante, ajoute du charbon animal et porte à l'ébullition, puis il filtre sur une toile. La liqueur qu'il obtient doit être évaporée au $\frac{3}{4}$ de son volume. Elle lui donne une masse de cristaux qu'il comprime, et il les traite par de l'alcool à 38°, puis il distille pour en retirer, autant que possible, l'alcool; en reprenant par l'eau, l'urée cristallise en aiguilles soyeuses, prismatiques, très-solubles, d'une saveur fraîche, qui, brûlées, ne donnent pour résidu que des traces de chlorure de sodium, dont la présence ne peut avoir d'effet nuisible dans son emploi. C. F.

92. Sur la composition chimique des Fromages; par M. R. Brandes. (*Archiv. der Apotheker-Vereins*; Tom. XXIX, cah. 1, p. 71, 1829.

Il résulte des recherches chimiques faites par l'auteur, que les petits fromages qu'on prépare dans les ménages, contiennent sur 4 onces,

1° Une substance animale gélatineuse, ou du caséum peu modifié avec de l'aposépédine, du sel commun et du phosphate de chaux .................................... 10 grains.

2° De l'aposépédine .............................. 65 gr.

3° De l'aposépédine combinée avec de l'ammoniaque, une matière animale soluble dans l'eau et précipitable par la teinture de noix de Galle, de l'acétate d'ammoniaque, de l'hydrochlorate de soude, et des traces de phosphate et de sulfate de soude .................................... 379 gr.

4° De l'acide sébacique et du sébate d'ammoniaque. 165 gr.

5° De l'acide sébacique et de l'acide oléique combinés en partie avec l'ammoniaque ......................... 15 gr.

6° De l'aposépédine avec de l'ammoniaque et de la matière animale gélatineuse ............................ 30 gr.

7° Plus ou moins de caséum altéré avec du sébate de chaux et des traces de phosphate de chaux............ 165 gr.

Les autres parties contenues dans le fromage consistaient en eau et en reste d'assaisonnement, comme des grains de cumin.

La masse principale d'un fromage bien préparé consiste, d'après cela, en aposépédine combinée avec de l'ammoniaque, en aposépidine libre, en acide sébacique et sébate d'ammoniaque, en une matière animale gélatineuse et en caséum plus ou moins modifié. Dans la fermentation caséuse, il se forme, outre de l'aposépédine et les acides sébacique et oléique, une grande quantité d'ammoniaque, qui se combine avec les acides en question, mais qui est chassée en partie lorsqu'on sèche et qu'on échauffe la masse. Il est à-peu-près hors de doute que l'aposépédine est formée aux dépens du caséum; on a des idées moins claires sur la formation de l'acide sébacique, dont la proportion est assez forte. L'auteur remarque à cette occasion que la composition des fromages gâtés et vénéneux ne diffère pas notablement de celle des fromages non délétères; que l'acide sébacique ne peut pas être considéré comme le principe vénéneux, et qu'il reste conséquemment encore des recherches à faire pour savoir en quoi les fromages nuisibles à la santé diffèrent des autres. K.

93. Quelques Remarques sur les observations de MM. Tiedemann et Gmelin sur les acides de l'estomac; par W. Prout. (*Philosoph. Magaz. and Ann. of Phil.*; août 1828, p. 120.)

Les observations de MM. Tiedemann et Gmelin ne peuvent être comprises qu'en supposant que la méthode employée par le Dr Prout l'avaient été par hasard sans recherches préliminaires, et qu'elle comprenait tous les cas possibles, et secondement que, sur la foi de cette méthode, le Dr P. *avait nié d'une manière générale et dans toutes les circonstances* l'existence d'aucun autre acide que l'acide muriatique dans l'estomac des animaux.

Le Dr Prout n'a rien dit dans son mémoire qui pût conduire à ces conséquences; il s'est occupé pendant plusieurs années de la nature des fluides de l'estomac, et pendant l'été qui a précédé la publication de son mémoire, il a fait de nombreuses expériences, et il n'a jamais rencontré que l'acide muriatique, dont les caractères sont si faciles à reconnaître que l'erreur n'est pas possible.

Quand à la présence d'autres acides dans l'estomac, le Dr

Prout ne l'a pas nié, et il a même établi qu'on remarquait quelquefois l'existence d'acides organiques et surtout d'acide acétique. G. DE C.

94. SUR LA FORMATION DE L'ACIDE FORMIQUE; par M. C. G. GMELIN. (*Annalen der Physik und Chemie*; Tom. XVI, p. 55; 1829; n° 5.)

L'auteur a préparé de l'acide formique avec du sucre de canne, du sucre de lait, de l'amidon, du ligneux, des racines de guimauve, de l'acide mucique, etc., en distillant ces corps avec de l'acide sulfurique étendu et du peroxide de manganèse. L'acide formique ainsi obtenu est toujours impur.

Il l'a, au contraire, obtenu à un grand état de pureté, en distillant de l'alcool avec de l'acide sulfurique et de l'oxide de manganése. Mais, pour empêcher dans ce cas qu'il ne se forme de l'éther, il faut toujours employer l'alcool étendu; l'eau-de-vie ordinaire est ce qui convient le mieux. L'alcool concentré produit non-seulement de l'éther sulfurique; mais encore de l'éther formique.

M. Gmelin n'a pas pu parvenir à former de l'acide formique en employant l'acide acétique. La fibrine du sang n'a fourni qu'un acide formique très-impur. K.

95. SUR UNE FALSIFICATION DES CALCULS URINAIRES; par M. SÉRULLAS. (*Journ. de Pharmacie*; août 1829, p. 443.)

M. Sérullas a examiné un calcul trouvé par M. Quesneville fils dans une collection, et qui était formé de carbonate et de phosphate de chaux et de mie de pain, qui a servi à lier les parties en couches concentriques.

# TABLE

## DES ARTICLES DU CAHIER DE FÉVRIER 1830.

*Mathématiques.*



*Astronomie.*



Digitized by Google

---

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
RUE JACOB, N° 24.

Digitized by Google

# BULLETIN

## DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

### ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

---

## MATHÉMATIQUES.

96. ANNALES DE MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES; par M. GERGONNE. Tom. XX, n$^{os}$ 8 et 9, février et mars 1830.

Depuis la découverte du calcul différentiel, on a varié d'un grand nombre de manières diverses l'exposition des principes de cette branche importante de l'analyse. M. Gergonne, dans la livraison que nous annonçons, présente, comme essai, un nouveau mode d'exposition de ces principes, qui lui semble avoir sur tous les autres l'avantage d'être plus simple et plus clair. Il remarque d'abord que, dès l'analyse élémentaire et son application à la théorie des courbes, on est conduit à considérer des dérivées de polynomes, fonctions d'une ou de plusieurs variables; de sorte que l'art de déterminer les dérivées de ces polynomes doit être une opération devenue tout-à-fait familière à des élèves dirigés d'une manière convenable, avant même qu'ils sachent qu'il existe une branche d'analyse qui a spécialement la recherche des dérivées pour objet. Partant donc de cette maxime incontestable qu'il faut nous prendre à ce que nous savons pour nous conduire à ce que nous ne savons pas encore, il fonde tout le calcul différentiel sur l'art de déterminer les dérivées, en procédant à-peu-près comme il suit.

Soit un polynome formé d'un nombre fini ou illimité de termes, dans chacun desquels la variable $x$ soit affectée d'un coëfficient et d'un exposant constans *quelconques*; si l'on forme un autre polynome d'un pareil nombre de termes, dont chacun des termes soit déduit de son correspondant dans le premier, en multipliant celui-ci par l'exposant de $x$ et en dimi-



Digitized by Google

nuant cet exposant d'une unité, le nouveau polynome sera dit la *fonction dérivée* du premier, qui en sera dit, à l'inverse, la fonction *primitive*.

Pour étendre cette définition à des fonctions d'une seule variable, d'une forme quelconque, M. Gergonne admet deux choses; il admet d'abord que toute fonction connue d'une seule variable est développable en un polynome fini ou illimité de la forme

$$Ax^{\alpha}+Bx^{\beta}+Cx^{\gamma}+\ldots\ldots.$$

où A, B, C.... $\alpha$, $\beta$, $\gamma$,... sont supposées des constantes quelconques, même imaginaires, si l'on veut; déclarant que, s'il est quelques fonctions qui ne soient pas susceptibles d'un tel développement, il ne s'en occupera aucunement; il admet ensuite qu'on sait développer de la sorte les principales fonctions algébriques ou transcendantes connues.

Ces suppositions admises, deux fonctions d'une même variable $x$ seront dites, suivant l'auteur, dérivées l'une de l'autre, lorsque le polynome fini ou illimité, développement de l'une, sera la fonction dérivée du polynome fini ou illimité, développement de l'autre; telles seront, par exemple les deux fonctions

$$(a+bx)^m=a^m+\frac{m}{1}a^{m-1}bx+\frac{m}{1}\cdot\frac{m-1}{2}a^{m-2}b^2x^2+\ldots\ldots$$

$$mb(a+bx)^{m-1}=ma^{m-1}b+m\cdot\frac{m-1}{1}a^{m-2}b^2x+m\cdot\frac{m-1}{1}\cdot\frac{m-2}{2}a^{m-3}b^3x^2+\ldots\ldots$$

dont les développemens sont illimités toutes les fois que $m$ n'est point un nombre *entier positif*. Et le but principal du calcul différentiel est, d'après ces principes, de parvenir, en partant de cette définition générale, et par une suite de déductions logiques, à poser des règles au moyen desquelles on puisse assigner les dérivées de toutes les sortes de fonctions connues, sans qu'il soit besoin de recourir à leur développement en une suite de monomes; et l'auteur parvient en effet à établir ces règles, d'une manière fort simple, telles qu'on les rencontre dans les divers traités de calcul différentiel.

Jusque là M. Gergonne n'a considéré que les premières dérivées des fonctions d'une seule variable; dans la livraison

Digitized by Google

suivante il s'occupe d'abord des différens ordres de dérivées de ces mêmes fonctions, ce qui le conduit à la série de Taylor, dont il prend texte pour expliquer ce qu'on entend par *état primitif*, *état varié*, *différence* et *différentielle* d'une fonction d'une seule variable. Passant alors aux fonctions de plusieurs variables, il fait connaître les notations adoptées pour en représenter les *coëfficiens différentiels partiels*, et montre comment, au moyen de ces notations, on peut exprimer l'état varié des fonctions de cette dernière sorte. Il donne enfin, sur la différentiation des fonctions de fonctions, tous les développemens que peuvent réclamer les besoins du calcul. Il en prend occasion de regretter qu'on ait abandonné les parenthèses d'Euler, dans la notation des différentielles partielles; parenthèses dont l'omission peut quelquefois donner lieu à de graves méprises, et conduit, dans tous les cas, contrairement aux règles de toute bonne notation, à représenter par un même signe des choses tout-à-fait différentes.

Dans tout cela, il n'est encore question que des *fonctions explicites;* l'auteur complète son travail par la différentiation des équations dont il expose les principes pour un nombre quelconque d'équations entre un plus grand nombre de variables, qui est lui-même supposé quelconque.

« Nous avons eu principalement en vue, dans ce qui précède, dit M. Gergonne en terminant, 1° de conserver les notations de Leibnitz, dont on ne saurait contester les avantages, et qu'on ne saurait d'ailleurs changer sans rendre très-pénible la lecture d'un grand nombre d'excellens ouvrages; 2° de ne nous appuyer néanmoins sur aucune sorte de considérations telles que celle des infiniment petits ou des limites, qui laissent toujours quelques nuages dans l'esprit; enfin, de ne pas nous appuyer, dès l'abord, sur la série de Taylor, qu'il paraît tout au moins difficile de bien établir *à priori.* Nous désirerions n'avoir pas trop imparfaitement rempli ces trois objets. »

M. Gergonne promet de présenter, dans une suite d'articles, les principales applications des principes qu'il vient de développer.



Digitized by Google

97. Correspondance mathématique et physique, publiée par M. Quetelet. Ire livraison, Tome VI. Bruxelles 1830; Hayez.

Cette livraison renferme un second mémoire de M. Chasles sur la transformation parabolique des relations métriques des figures, qui est la continuation du premier dont nous avons rendu compte dans le *Bulletin* de janvier. L'auteur rappelle d'abord cette propriété générale des courbes géométriques remarquée par Newton : Si l'on mène dans le plan d'une courbe géométrique une série de transversales parallèles à une ligne droite fixe, et si l'on prend sur chacune de ces transversales le centre des moyennes distances des points où elle rencontre la courbe, tous ces centres seront sur une même ligne droite. M. Chasles appelle cette droite un *diamètre* de la courbe *conjugué* à la droite fixe à laquelle les sécantes sont parallèles. Il donne une démonstration analytique de ce théorème, et en conclut les deux suivans :

Si l'on a une surface géométrique et si l'on mène une série de transversales parallèles à un axe fixe, puis que l'on prenne sur chacune d'elles le centre des moyennes distances des points où elle rencontre la surface, tous ces centres seront sur un même plan, qu'on appellera plan-diamètre conjugué à l'axe fixe.

Si l'on a une courbe géométrique à double courbure, qu'on mène une série de plans parallèles à un plan fixe et qu'on prenne le centre des moyennes distances des points où chaque plan rencontre la courbe, tous ces centres seront sur une même ligne droite. M. Chasles appelle cette droite axe de la courbe conjugué au plan fixe.

Quand plusieurs droites sont dans un même plan, on peut les regarder comme formant une courbe géométrique; ces droites auront donc une infinité de diamètres, dont chacun sera conjugué à une droite donnée de direction. Si les droites passent par un même point, leurs diamètres passeront par ce point. De même le système de plusieurs plans a *un plan-diamètre conjugué* à un axe donné. Un système de lignes droites dans l'espace a un axe conjugué à un plan donné.

M. Chasles déduit du théorème de Newton que si, dans le plan d'une courbe géométrique, on tire par un point quelcon-

que une transversale parallèle à un axe fixe, et qu'on mène les tangentes à la courbe aux points où la transversale la rencontre, le diamètre de ces tangentes conjugué à l'axe fixe se confondra toujours avec le diamètre de la courbe conjugué au même axe. On a deux théorèmes analogues pour les surfaces et les lignes à double courbure.

Dans le 2^e^ §., appliquant la méthode des transformations paraboliques aux théorèmes quiprécèdent, M. Chasles parvient aux suivans :

Si l'on a une courbe plane géométrique et une droite fixe tracée dans son plan, et que, par chaque point de cette droite, on mène un faisceau de tangentes à la courbe et le diamètre de ce faisceau conjugué à la droite fixe, tous ces diamètres passeront sur un même point. Quand la courbe est une conique, le point par où passent les diamètres des faisceaux de tangentes issues des différens points de la droite fixe, est *le pôle* de cette droite par rapport à la conique. C'est pourquoi M. Chasles appelle aussi ce point, dans le cas d'une courbe géométrique quelconque, le pôle de la droite fixe par rapport à cette courbe.

En supposant la droite fixe à l'infini, on a ce théorème :

Si l'on mène à une courbe géométrique toutes les tangentes parallèles à une même droite, le diamètre de ces tangentes passera par un point fixe, quelle que soit la direction de cette droite. M. Chasles nomme ce point fixe *centre* de la courbe. Il déduit de là que si l'on mène à une courbe géométrique toutes ses tangentes parallèles à une même ligne droite, et qu'on applique aux points de contact des forces égales dirigées suivant ces tangentes, leur résultante passera par un même point fixe, quelle que soit la direction des tangentes.

En considérant un système de points donnés comme une courbe géométrique, on obtient cet autre théorème dû à M. Poncelet : Si l'on a dans un plan un système de points et une droite fixe, et si l'on mène d'un point quelconque de la droite fixe des droites à tous les points donnés, le diamètre de ce faisceau de droites, conjugué à la droite fixe, tournera autour d'un point fixe.

M. Chasles nomme ce point fixe le pôle de la droite fixe par rapport au système des points donnés.

Digitized by Google

Il prouve ensuite qu'étant données une courbe géométrique et une droite fixe, si d'un point quelconque de cette droite on mène les tangentes à la courbe, le pôle de la droite fixe par rapport au système des points de contact sera toujours le même, quel que soit sur cette droite le point par lequel on a mené les tangentes à la courbe; et ce pôle sera précisément celui de la droite par rapport à la courbe. Si la droite est à l'infini, le théorème prend cet énoncé : si l'on mène à une courbe géométrique toutes les tangentes parallèles à une droite donnée, leurs points de contact auront pour centres des moyennes distances un point fixe, quelle que soit la direction commune des tangentes : ce point fixe sera le centre de la courbe.

Dans le 3$^e$ §, M. Chasles, passant aux surfaces, établit les théorèmes suivans : Si l'on a une surface géométrique et un plan fixe, et que, par une droite prise arbitrairement dans ce plan, on mène les plans tangens à la surface, et le plan-diamètre de ces plans tangens comjugués au plan fixe, ce plan-diamètre passera par un point fixe. L'auteur appelle ce point fixe *le pôle* du plan donné, par analogie avec la dénomination admise pour les surfaces du second degré.

Si l'on circonscrit à une surface géométrique une infinité de cônes ayant tous leurs sommets dans un même plan, et qu'on coupe tous ces cônes par un plan parallèle à ce premier plan; puis, qu'on joigne par une droite le sommet de chaque cône au centre de la section, toutes ces droites iront passer par un même point. D'où il suit que si l'on circonscrit à une surface géométrique des cônes ayant tous leurs sommets sur une même droite, tout plan parallèle à cette droite coupera les cônes suivant des courbes dont les centres seront sur une même droite parallèle à la droite, lieu des sommets des cônes. M. Chasles avait déjà démontré ce théorème dans le cas particulier où la surface est du 2$^e$ degré.

En supposant, dans le 1$^{er}$ théorème de ce §, que le plan fixe soit à l'infini, il en résulte que, si l'on mène à une surface géométrique tous ses plans tangens parallèles à un même plan, puis le plan-diamètre de tous ces plans tangens, ce plan-diamètre passera par un point fixe, quelle que soit la direction des plans tangens. Ce point fixe est appelé le *centre* de la sur-

Digitized by Google

face. Il jouit de la propriété que la somme algébrique de ses distances à tous les plans tangens à la surface parallèles à un même plan quelconque est toujours nulle.

Etant donnés un système de points dans l'espace et un plan fixe, si, par une droite prise arbitrairement dans ce plan, on mène des plans passant par tous les points du système, le plan-diamètre de ces plans, conjugué au plan fixe, tournera autour d'un point fixe, quelle que soit la droite prise dans le plan donné.

Ce plan fixe s'appelle le *pôle* du plan par rapport au système de points.

Si l'on a un système de points dans l'espace et un plan fixe, et que, par un point pris arbitrairement dans ce plan, on mène un faisceau de droites aboutissant à ces points, l'axe de ce faisceau de droites conjugué au plan donné, passera par un point fixe : ce point fixe est le pôle du plan par rapport au système de points.

Étant donnés une surface géométrique et un plan, si, par une droite prise à volonté dans le plan, on mène les plans tangens à la surface, le pôle du plan, par rapport aux points de contact, sera un point fixe, et ce point fixe sera précisément le pôle du plan par rapport à la surface. En particulier, en supposant le plan donné à l'infini, si l'on mène à une surface géométrique tous les plans tangens parallèles à un même plan, leurs points de contact avec la surface auront pour centre des moyennes distances au point fixe, quelle que soit la direction commune des plans tangens : ce point fixe sera le centre de la surface.

Si l'on circonscrit à une surface géométrique des cônes ayant tous leurs sommets sur une même droite, les plans-diamètres de ces cônes conjugués à cette droite, passeront tous par une seconde droite; et, si l'on coupe une surface géométrique par des plans menés par une même droite, les pôles de cette droite, par rapport aux sections de la surface par ces plans, seront tous en ligne droite. On en conclut que les sections faites dans une surface géométrique par des plans parallèles entre eux, ont leurs centres situés sur une même ligne droite.

Dans les § 4[e] et 5[e] de son mémoire, M. Chasles considère les courbes à double courbure et les surfaces développables pour

Digitized by Google

lesquelles il établit des théorèmes analogues aux précédens. Il arrive à cette nouvelle propriété générale des surfaces géométriques. Si l'on circonscrit à une surface géométrique une infinité de cônes ayant tous leurs sommets sur un même plan, ce plan aura le même pôle par rapport à toutes les courbes de contact des cônes et de la surface; ce sera le pôle du plan par rapport à la surface. En supposant que ce plan soit à l'infini, on a cet énoncé : Si l'on circonscrit à une surface géométrique une infinité de cylindres, toutes leurs courbes de contact avec la surface auront un même centre, qui sera le centre de la surface.

Dans le § 6[e], l'auteur démontre analytiquement ces propositions : Quand plusieurs courbes géométriques ont toutes, deux à deux, les mêmes points d'intersection ( réels ou imaginaires ), leurs diamètres conjugués à une même droite passent tous par un même point.

Quand plusieurs surfaces géométriques ont toutes, deux à deux, la même courbe d'intersection, leurs *plans-diamètres conjugués* à une même droite passent tous par une autre droite.

Quand plusieurs surfaces géométriques ont toutes, trois à trois, les mêmes points d'intersection, leurs plans diamètres conjugués à une même droite passent tous par un même point.

En appliquant à ces théorèmes la transformation parabolique, on obtient les suivans :

Quand plusieurs courbes ont toutes, deux à deux, les mêmes tangentes communes, réelles ou imaginaires, leurs pôles relatifs à une même droite sont tous sur une autre droite. Si la droite proposée est à l'infini, on en conclut que quand plusieurs courbes géométriques ont toutes, deux à deux, les mêmes tangentes communes, leurs centres sont tous en ligne droite.

Quand plusieurs surfaces géométriques sont toutes inscrites dans la même développable, les pôles d'un même plan par rapport à toutes ces surfaces sont sur une même droite. D'où il suit que, quand plusieurs surfaces géométriques sont toutes inscrites dans la même développable, leurs centres sont tous en ligne droite.

Digitized by Google

Quand plusieurs surfaces géométriques ont toutes, prises trois à trois, les mêmes plans tangens communs, les pôles d'un même plan par rapport à toutes ces surfaces sont sur un autre plan. Si le premier plan est à l'infini, on en conclut que, quand plusieurs surfaces géométriques ont toutes, trois à trois, les mêmes plans tangens communs, leurs centres sont tous sur un même plan.

A la suite du mémoire de M. Chasles, on trouve la fin de la Note sur le mouvement vibratoire d'une membrane élastique, insérée à la page 227 du tome V, par M. Pagani. (V. *Bulletin* d'août 1829).

Vient ensuite un mémoire de M. Timmerhans, officier d'artillerie, sur le centre de gravité d'une pièce de 24 en bronze. L'auteur détermine, à l'aide du calcul intégral, le centre de gravité de chacune des parties qui composent la pièce.

Le docteur Reiss a résolu la question suivante, qui avait été proposée par M. Quetelet : Étant donnée une courbe fermée, déterminer 1° un point tel que la somme de ses distances à tous les points de cette courbe soit un *minimum ;* 2° un point tel que la somme de ses distances à tous les points de la courbe soit un *maximum ;* ce dernier point devant être dans l'intérieur de la courbe.

La même livraison contient trois articles de physique qui offrent un intérêt plus particulier, et qui seront présentés plus loin séparément. C. S.

98. Sur les diverses méthodes a l'aide desquelles on peut établir les équations qui représentent les lois d'équilibre, ou le mouvement intérieur des corps solides ou fluides ; par M. Cauchy. ( Lu à l'Académie royale des Sciences, le 8 mars 1830. ).

Lorsqu'on recherche les équations qui représentent l'équilibre ou le mouvement intérieur d'un corps solide ou fluide, on peut ou considérer ce corps comme une masse continue, ou le regarder comme un système de points matériels qui s'attirent ou se repoussent à de très-petites distances. Dans le premier cas, il faut d'abord établir la théorie des pressions ou tensions exercées en un point donné d'une masse continue contre les divers plans qu'on peut faire passer par ce même

point. J'ai donné le premier cette théorie, qui offre quelques analogies avec la théorie de la courbure des surfaces, dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences le 30 septembre 1822, et relatif à l'équilibre, ainsi qu'au mouvement intérieur des corps solides élastiques ou non élastiques. Une note indiquant les principaux résultats auxquels j'étais parvenu, a été insérée dans le *Bulletin* de la Société philomathique de janvier 1823, et ces résultats ont été reproduits encore dans les tomes 2 et 3 des Exercices de mathématiques. J'ai fait voir en particulier que les pressions ou tensions exercées en un point d'un corps contre divers plans passant par ce point étaient en général obliques par rapport aux plans qui les supportaient, et ne pouvaient devenir toutes normales à ces plans que dans le cas où elles étaient égales entre elles; que pour chaque point il existait trois plans principaux rectangulaires entr'eux, et supportant des pressions ou tensions normales, parmi lesquelles se trouvaient toujours les pressions ou tensions *maxima* ou *minima ;* qu'on pouvait toujours, en s'appuyant sur la considération d'un tétraèdre infiniment petit, déduire la pression exercée contre un plan quelconque des trois pressions supportées par des plans parallèles aux plans coordonnés; et que les 9 composantes de ces 3 dernières pressions se réduisaient à 6; enfin, que les intensités des pressions supportées par divers plans et de leurs composantes normales, pouvaient être facilement déterminées moyennant la construction d'ellipsoïdes dont chacun devait être remplacé dans certains cas par deux systèmes d'hyperboloïdes conjugués. Enfin, j'ai donné les relations qui existent dans l'état d'équilibre d'un corps solide ou fluide entre les pressions ou tensions et les forces accélératrices. Les équations qui expriment ces relations, et celles qu'on en tire lorsqu'on tient compte de la force accélératrice qui serait capable de produire le mouvement observé de chaque point, si ce point devenait libre, sont les véritables équations d'équilibre et de mouvement des corps solides ou fluides élastiques ou non élastiques considérés comme des masses continues. Ces équations, dans le cas d'équilibre, se réduisent à

Digitized by Google

$$(1)\qquad \begin{aligned} &\frac{dA}{dx}+\frac{dF}{dy}+\frac{dE}{dz}+\rho X=0\\ &\frac{dF}{dx}+\frac{dB}{dy}+\frac{dD}{dz}+\rho Y=0\\ &\frac{dE}{dx}+\frac{dD}{dy}+\frac{dC}{dz}+\rho Z=0\end{aligned}$$

$\rho$ désignant la densité du corps au point $(x, y, z)$; X, Y, Z, les projections algébriques de la force accélératrice $\varphi$ sur les axes des coordonnées supposées rectangulaires, et A, F, E; F, B, D; E, D, C, les projections algébriques sur les mêmes axes des pressions supportées au point $(x, y, z)$, par trois plans parallèles aux plans coordonnés. Dans le cas du mouvement, les équations (1) doivent être remplacées par les suivantes :

$$(2)\qquad \begin{aligned} &\frac{dA}{dx}+\frac{dF}{dy}+\frac{dE}{dz}+\rho X=\rho\frac{d^2\xi}{dt^2}\\ &\frac{dF}{dx}+\frac{dB}{dy}+\frac{dD}{dz}+\rho Y=\rho\frac{d^2\eta}{dt^2}\\ &\frac{dE}{dx}+\frac{dD}{dy}+\frac{dC}{dz}+\rho Z=\rho\frac{d^2\zeta}{dt^2}\end{aligned}$$

$x, y, z, t$ étant les variables indépendantes, et $\xi, \eta, \zeta$, désignant les déplacemens d'une molécule mesurée parallèlement aux axes des $x, y, z$.

Pour déduire des équations (1) et (2) les lois d'équilibre ou de mouvement d'un corps, il est nécessaire de connaître les relations qui existent entre les pressions A, B, C, D, E, F, et les déplacemens $\xi, \eta, \zeta$. Or, on peut faire à ce sujet les remarques suivantes :

Lorsqu'un corps se condense ou se dilate, la distance $r$ entre deux molécules très-voisines croît ou diminue dans un certain rapport, et la différence $\varepsilon$ de ce rapport à l'unité est une quantité positive ou négative, qu'on peut nommer la condensation ou dilatation linéaire dans le sens du rayon vecteur $r$. Or, cette condensation linéaire varie dans les diverses directions, et j'ai fait voir que si les déplacemens $\xi, \eta, \zeta$, sont très-petits, ses diverses valeurs seront réciproquement proportionnelles aux carrés des rayons vecteurs d'un ellipsoïde ou de deux hyperboloïdes conjugés. C'est ce qui résulte immédiatement de la formule

$$(3)\quad \varepsilon=\frac{d\xi}{dx}\cos^2\alpha+\frac{d\eta}{dy}\cos^2\beta+\frac{d\zeta}{dz}\cos^2\gamma$$
$$+\left(\frac{d\eta}{dz}+\frac{d\zeta}{dy}\right)\cos\beta\cos\gamma+\left(\frac{d\zeta}{dx}+\frac{d\xi}{dz}\right)\cos\gamma\cos\alpha$$

dans laquelle $\alpha, \beta, \gamma$ désignent les angles que forme le rayon vecteur $r$ avec les demi-axes des coordonnées positives. Les condensations ou dilatations mesurées suivant les trois axes de l'ellipsoïde, sont celles que j'ai nommées condensations ou dilatations linéaires principales. Parmi elles se trouvent toujours les condensations maxima ou minima. Il résulte encore de la formule (3), qu'en chaque point d'un corps les condensations ou dilatations linéaires, mesurées dans des directions quelconques, sont complètement déterminées, dès que l'on connaît, pour ce même point les valeurs des six quantités.

$$(4)\qquad \frac{d\xi}{dx},\ \frac{d\eta}{dy},\ \frac{d\zeta}{dz},\ \frac{d\eta}{dz}+\frac{d\zeta}{dy},\ \frac{d\zeta}{dx}+\frac{d\xi}{dz},\ \frac{d\xi}{dy}+\frac{d\eta}{dx}.$$

Pour appliquer la théorie que nous venons de rappeler, aux corps élastiques, il suffit d'admettre un principe que j'ai posé dans le mémoire de 1822, savoir : qu'en chaque point d'un corps parfaitement élastique la pression ou tension exercée contre un plan quelconque dépend uniquement des condensations ou dilatations linéaires, en sorte que le ystème de ces condensations ou dilatations étant connu, on peut en déduire le système entre des pressions ou tensions dans les différens sens. A la vérité, en appliquant ce principe, j'avais implicitement supposé dans le mémoire de 1822, que la nature du corps ou plutôt son élasticité était la même dans tous les sens. Mais rien n'empêche d'étendre le même principe au cas où cette condition n'est pas remplie, et dès-lors les six pressions

$$(5)\qquad A,\ B,\ C,\ D,\ E,\ F.$$

ne peuvent être que des fonctions des quantités (4); or, si après avoir développé ces fonctions suivant les puissances ascendantes des quantités dont il s'agit, on néglige les termes proportionnels aux carrés ou aux puissances supérieures des mêmes quantités, et si l'on suppose d'ailleurs les pressions nulles dans l'état naturel, on trouvera

$$A=a_1\frac{d\xi}{dx}+a_2\frac{d\eta}{dy}+a_3\frac{d\zeta}{dz}$$
$$+a_4\left(\frac{d\eta}{dz}+\frac{d\zeta}{dy}\right)+a_5\left(\frac{d\zeta}{dx}+\frac{d\xi}{dz}\right)+a_6\left(\frac{d\xi}{dy}+\frac{d\eta}{dx}\right),$$

Digitized by Google

$$B = b_1 \frac{d\xi}{dx} + b_2 \frac{d\eta}{dy} + b_3 \frac{d\zeta}{dz}$$
$$+ b_4 \left(\frac{d\eta}{dz} + \frac{d\zeta}{dy}\right) + b_5 \left(\frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\xi}{dz}\right) + b_6 \left(\frac{d\xi}{dy} + \frac{d\eta}{dx}\right),$$
$$C = c_1 \frac{d\xi}{dx} + c_2 \frac{d\eta}{dy} + c_3 \frac{d\zeta}{dz}$$
$$+ c_4 \left(\frac{d\eta}{dz} + \frac{d\zeta}{dy}\right) + c_5 \left(\frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\xi}{dz}\right) + c_6 \left(\frac{d\xi}{dy} + \frac{d\eta}{dx}\right),$$
$$(6) \quad D = d_1 \frac{d\xi}{dx} + d_2 \frac{d\eta}{dy} + d_3 \frac{d\zeta}{dz}$$
$$+ d_4 \left(\frac{d\eta}{dz} + \frac{d\zeta}{dy}\right) + d_5 \left(\frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\xi}{dz}\right) + d_6 \left(\frac{d\xi}{dy} + \frac{d\eta}{dx}\right),$$
$$E = e_1 \frac{d\xi}{dx} + e_2 \frac{d\eta}{dy} + e_3 \frac{d\zeta}{dz}$$
$$+ e_4 \left(\frac{d\eta}{dz} + \frac{d\zeta}{dy}\right) + e_5 \left(\frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\xi}{dz}\right) + e_6 \frac{d\zeta}{dy} + \frac{d\eta}{dx}),$$
$$F = f_1 \frac{d\xi}{dx} + f_2 \frac{d\eta}{dy} + f_3 \frac{d\zeta}{dz}$$
$$+ f_4 \left(\frac{d\eta}{dz} + \frac{d\zeta}{dy}\right) + f_5 \left(\frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\xi}{dz}\right) + f_6 \left(\frac{d\xi}{dy} + \frac{d\eta}{dx}\right).$$

$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, b_1$, etc., désignant des coëfficiens qui seront déterminés pour chaque point, mais pourront varier avec $x, y, z$.

Ces équations sont celles que M. Poisson a données dans son dernier mémoire, et qu'il a déduites d'une méthode peu différente de celle que nous venons d'indiquer (1).

(1) Pour établir les formules (6), qu'il regarde comme applicables aux corps solides élastiques, dont les molécules sont très-peu écartées des positions qu'elles occupaient dans l'état naturel, M. Poisson part de ce principe, que les pressions A, B, C, D, E, F, correspondantes au point $(x, y, z)$, dépendent uniquement des déplacemens relatifs des molécules dans le voisinage de ce point, et par conséquent des neuf quantités

$$\frac{d\xi}{dx}, \frac{d\xi}{dy}, \frac{d\xi}{dz}, \frac{d\eta}{dx}, \frac{d\eta}{dy}, \frac{d\eta}{dz}, \frac{d\zeta}{dx}, \frac{d\zeta}{dy}, \frac{d\zeta}{dz};$$

Puis en considérant ces quantités comme infiniment petites du premier ordre, et négligeant les infiniment petits du second ordre, il réduit les valeurs de A, B, C, D, E, F, à des fonctions linéaires des quantités dont il s'agit. Enfin il ramène ces fonctions à la forme sous laquelle elles se présentent dans les équations (6), en admettant que les pressions s'évanouissent dans l'état naturel du corps, et en observant que cet état continue de subsister, quand on imprime à tous les points un mouvement commun de rotation autour de l'un des axes coordonnés.

Digitized by Google

Chacune d'elles, prise à part, est de la même forme que l'une des équations inscrites sous les numéros (5) et (6) à la page 2 de la 37[e] livraison des Exercices de mathématiques; seulement il n'arrive plus ici, comme dans les Exercices, que quelques-uns des coëfficiens qui servent à déterminer la pression A soient égaux à quelques-uns de ceux qui servent à déterminer chacune des autres pressions B, C, D, E, F; et les trente-six coëfficiens $a_1, b_1, c_1, d_1\, e_1 f_1$; $a_2$, $b_2$, etc., sont tous distincts les uns des autres.

Si l'élasticité du corps est la même dans tous les sens, les axes suivant lesquels se mesurent les condensations ou dilatations principales $\varepsilon'$, $\varepsilon''$, $\varepsilon'''$ doivent être perpendiculaires aux plans qui supporteront les pressions principales $p', p'', p'''$. De plus ces pressions ne peuvent être que des fonctions de $\varepsilon'$, $\varepsilon''$, $\varepsilon'''$, tellement choisies que, leurs valeurs ne soient pas altérées par un échange opéré entre les axes des $x, y, z$. Pour remplir cette condition, en négligeant les puissances supérieures de $\varepsilon'$, $\varepsilon''$ $\varepsilon'''$, il faudra supposer

$$(7)\qquad \begin{aligned} p' &= k_1\,\varepsilon' + k_2\,(\varepsilon'' + \varepsilon''') \\ p'' &= k_1\,\varepsilon'' + k_2\,(\varepsilon' + \varepsilon''') \\ p''' &= k_1\,\varepsilon''' + k_2\,(\varepsilon' + \varepsilon''), \end{aligned}$$

$k_1$, $k_2$ désignant des coefficiens qui soient déterminés pour chaque point, mais puissent varier avec $x, y, z$. Si l'on fait pour abréger

$$(8)\qquad \upsilon = \varepsilon' + \varepsilon'' + \varepsilon'''$$

$\upsilon$, ainsi que je l'ai remarqué, représentera la dilatation ou condensation de volume au point $(x, y, z)$, et en écrivant $k$, K, au lieu de $k_1$ $k_2$, $k_2$, on réduira les formules (7) à

$$(9)\qquad \begin{aligned} p' &= k\,\varepsilon' + \mathrm{K}\,\upsilon \\ p'' &= k\,\varepsilon'' + \mathrm{K}\,\upsilon \\ p''' &= k\,\varepsilon''' + \mathrm{K}\,\upsilon; \end{aligned}$$

puis, en raisonnant comme dans le tome 3 des Exercices de mathématiques (pages 167 et suiv.), on en conclura

$$\mathrm{A} = k\frac{d\xi}{dx} + \mathrm{K}\,\upsilon$$

$$\mathrm{B} = k\frac{d\eta}{dy} + \mathrm{K}\,\upsilon$$

$$\mathrm{C} = k\frac{d\zeta}{dz} + \mathrm{K}\,\upsilon$$

Digitized by Google

$$D = \tfrac{1}{2} k \left( \frac{d\eta}{dz} + \frac{d\zeta}{dy} \right) \tag{10}$$

$$E = \tfrac{1}{2} k \left( \frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\xi}{dz} \right)$$

$$F = \tfrac{1}{2} k \left( \frac{d\xi}{dy} + \frac{d\eta}{dx} \right)$$

Enfin, si l'on substitue les valeurs précédentes de A, B, C, D, E, F, dans les formules (1) ou (2), on obtiendra précisément les équations que j'ai données (dans le tome 3 des Exercices de mathématiques page 179) comme représentant l'équilibre ou le mouvement d'un corps élastique dont l'élasticité reste la même dans tous les sens. Ces équations, qui renferment deux coefficiens dépendans de la nature du corps, comprennent, comme cas particulier, d'autres équations qui n'en renferment qu'un seul, savoir celles auxquelles MM. Navier et Poisson étaient parvenus dans des mémoires présentés à l'Académie, le 14 mai 1821 et le 1er septembre 1827, par des méthodes très-différentes de celle que je viens d'indiquer, et les équations que j'avais données dans le mémoire déjà cité de 1822.

On peut se proposer de trouver les équations qui devraient remplacer les formules (6), si l'on considérait un corps élastique passant d'un premier état dans lequel les pressions ne seraient pas nulles à un second état distinct du premier. Or, en se servant de la méthode par laquelle M. Poisson a établi les équations (6), et des formules que j'ai données dans le premier volume des Exercices de mathématiques, p. 33, on obtient, au lieu des équations (6), celles qui suivent :

$$A = a_0 + e_0\left(\frac{d\xi}{dz} - \frac{d\zeta}{dx}\right) + f_0\left(\frac{d\xi}{dy} - \frac{d\eta}{dx}\right)$$

$$+ a_1\frac{d\xi}{dx} + a_2\frac{d\eta}{dy} + a_3\frac{d\zeta}{dz} + a_4\left(\frac{d\eta}{dz} + \frac{d\zeta}{dy}\right) + a_5\left(\frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\xi}{dz}\right) + a_6\left(\frac{d\xi}{dy} + \frac{d\eta}{dx}\right)$$

$$B = b_0 + f_0\left(\frac{d\xi}{dz} - \frac{d\xi}{dx}\right) + d_0\left(\frac{d\eta}{dz} - \frac{d\zeta}{dy}\right) \tag{11}$$

$$+ b_1\frac{d\xi}{dx} + b_2\frac{d\eta}{dy} + b_3\frac{d\zeta}{dz} + b_4\left(\frac{d\eta}{dz} + \frac{d\zeta}{dy}\right) + b_5\left(\frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\xi}{dz}\right) + b_6\left(\frac{d\xi}{dy} + \frac{d\eta}{dx}\right),$$

$$C = c_0 + d_0\left(\frac{d\xi}{dz} - \frac{d\zeta}{dx}\right) + e_0\left(\frac{d\eta}{dz} - \frac{d\zeta}{dy}\right)$$

$$+ c_1\frac{d\xi}{dx} + c_2\frac{d\eta}{dy} + c_3\frac{d\zeta}{dz} + c_4\left(\frac{d\eta}{dz} + \frac{d\zeta}{dy}\right) + c_5\left(\frac{d\zeta}{dx} + \frac{d\xi}{dz}\right) + c_6\left(\frac{d\xi}{dy} + \frac{d\xi}{dx}\right)$$

$$D = d_1 + \frac{1}{2}(c_0 - b_0)\left(\frac{d\eta}{dz} - \frac{d\zeta}{dy}\right) - \frac{1}{2}f_0\left(\frac{d\xi}{dz} - \frac{d\zeta}{dx}\right) - \frac{1}{2}e_0\left(\frac{d\xi}{dy} - \frac{d\eta}{dx}\right)$$

$$+d_1\frac{d\xi}{dx}+d_2\frac{d\eta}{dy}+d_3\frac{d\zeta}{dz}+d_4\left(\frac{d\eta}{dz}+\frac{d\zeta}{dy}\right)+d_5\left(\frac{d\zeta}{dx}+\frac{d\xi}{dz}\right)+d_6\left(\frac{d\xi}{dy}+\frac{d\eta}{dx}\right)$$

$$E=e_0+\frac{1}{2}(a_0-c_0)\left(\frac{d\zeta}{dx}-\frac{d\xi}{dz}\right)-\frac{1}{2}d_1\left(\frac{d\eta}{dx}-\frac{d\xi}{dy}\right)-\frac{1}{2}f_0\left(\frac{d\eta}{dz}-\frac{d\zeta}{dy}\right)$$

$$+e_1\frac{d\xi}{dx}+e_2\frac{d\eta}{dy}+e_3\frac{d\zeta}{dz}+e_4\left(\frac{d\eta}{dz}+\frac{d\zeta}{dy}\right)+e_5\left(\frac{d\zeta}{dx}+\frac{d\xi}{dz}\right)+e_6\left(\frac{d\xi}{dy}+\frac{d\eta}{dx}\right)$$

$$F=f_0+\frac{1}{2}(b_0-a_0)\left(\frac{d\xi}{dy}-\frac{d\eta}{dx}\right)-\frac{1}{2}e_0\left(\frac{d\zeta}{dy}-\frac{d\eta}{dz}\right)-\frac{1}{2}d_0\left(\frac{d\zeta}{dx}-\frac{d\xi}{dz}\right)$$

$$+f_1\frac{d\xi}{dx}+f_2\frac{d\eta}{dy}+f_3\frac{d\zeta}{dz}+f_4\left(\frac{d\eta}{dz}+\frac{d\zeta}{dy}\right)+f_5\left(\frac{d\zeta}{dx}+\frac{d\xi}{dz}\right)+f_6\left(\frac{d\xi}{dy}+\frac{d\eta}{dx}\right).$$

Les 42 coefficiens que renferment ces dernières savoir :

$$a_0, b_0, c_0, d_0, e_0, f_0; a_1, b_1, \text{etc.}$$

doivent être considérés en général comme représentant des fonctions de $x, y, z$. Ajoutons que les formules (11), (12) comprennent, comme cas particulier, les formules qui sont inscrites sous les numéros (36), (37), à la page 138 du 4^e volume des Exercices, et qui renferment seulement 21 coefficiens distincts.

Dans un second article j'examinerai en particulier les équations auxquelles on parvient quand on considère les corps comme des systèmes de points matériels.

99. Recherches relatives a l'inondation de Pétersbourg; par le colonel Raucourt de Charleville, ingénieur des ponts et chaussées de France; lues à l'Acad. roy. des sciences en 1829. (*Extrait communiqué.*)

Premier Mémoire. — *Expériences faites sur la Néva pendant l'hiver.*

Appelé au service de Russie en 1820, j'étais chargé, en 1824, comme colonel des voies de communication, d'un travail sur les bords du golfe de Finlande, aux portes de St.-Pétersbourg, lorsque eut lieu la funeste inondation du 7 novembre de la même année. Le lendemain, je proposai au directeur général des voies de communication de faire des recherches sur les causes de l'inondation et sur les moyens d'en préserver Pétersbourg; je fus aussitôt spécialement commissionné pour cet objet, et je remis quelques mois après un avant-projet, afin de satisfaire à l'impatience où l'on était de savoir comment je pouvais ima-

Digitized by Google

vais imaginer qu'il était possible de mettre la capitale à l'abri de ces désastreuses élévations de la mer.

Pour confectionner le projet définitif, les renseignemens les plus indispensables étaient ceux qui pouvaient servir à évaluer le *débit* de la Néva. Or, il me fut impossible de rien trouver sur ce sujet, bien que tous les ministères et tous les instituts aient reçu l'ordre de me communiquer tout ce qui était à leur disposition. En conséquence, je fis exécuter sur le champ, par quatre officiers qui étaient sous mes ordres, des nivellemens, des sondes, prendre des profils en travers, etc.; et comme nous étions dans le fort de l'hiver de 1825, que la Néva et tout le pays étaient couverts de glace, pour échapper aux erreurs qui pouvaient résulter d'opérations délicates exécutées par un temps aussi rigoureux, je résolus de mesurer moi-même les vitesses de la Néva, ainsi que quelques profils en travers, afin d'obtenir directement son débouché.

Ne connaissant pas d'instrument qui puisse mesurer les vitesses d'un fleuve à toutes profondeurs, et la vitesse à la surface étant nécessairement un minimum, je fus obligé d'en composer un, que j'ai nommé *hydrotachymètre*. Il est formé d'un cône sur lequel on dévide par tours contigus un petit cordon, qui peut se développer en tirant suivant l'axe du cône sans frottement sensible.

Ce cône, contenu dans une cage, est descendu dans l'eau, suspendu sur deux cordes, de manière que son axe reste horizontal et dans la direction du courant, sa pointe étant tournée vers l'aval, un flotteur de même densité que l'eau est attaché au cordon qui tend à se dévider; mais, maîtrisé par l'armature, il est libre ou arrêté, selon que l'instrument reste suspendu sur l'une ou l'autre des deux cordes, qui servent à le descendre à la profondeur désirée, tellement qu'en comptant les secondes écoulées pendant le temps de sa mise en liberté, la longueur du cordon dévidé donne l'espace parcouru par le plongeur et par suite la vitesse de la tranche d'eau dans laquelle l'instrument était plongé.

Des observations ont été faites avec cet instrument, sur la vitesse du courant de la Néva à toutes les profondeurs, dans un lieu où la section du fleuve avait 900 pieds de large et 60 de profondeur.



Digitized by Google

Il en résulte que la plus grande des vitesses, prises dans une même verticale, est au centre de la masse d'eau et de 2 pieds 70 centièmes par seconde.

Que la vitesse moyenne pour cette même verticale est de deux pieds et demi.

Que la courbe, lieu des vitesses d'hiver, est une ellipse dont le grand axe est vertical, qu'il suffit de faire deux observations pour la déterminer et connaître rigoureusement la vitesse moyenne.

La vitesse moyenne générale de toutes les vitesses de la section dans laquelle les observations ont été faites était de deux pieds.

Enfin, la quantité d'eau débitée par la Néva était de 80 à 85 mille pieds cubes dans une seconde.

Second Mémoire. — *Expériences faites sur la loi de décroissement des vitesses de la Néva pendant l'été.*

Désirant profiter de la grande profondeur de la Néva, sur laquelle je venais d'obtenir le décroissement des vitesses pendant l'hiver et lorsqu'elle était couverte de glace, j'ai fait, par intérêt pour la science, des observations analogues pour déterminer les vitesses et la loi de leur décroissement dans la verticale, pendant l'été.

Comme je prévoyais qu'il faudrait élever des constructions dans le fleuve et dans le golfe de Finlande; que je voulais y faire manœuvrer une cloche à plonger, d'une grande dimension, à laquelle j'ai donné le nom de loge sous-marine, et dont la description fait partie de la collection des mémoires que je présenterai à l'Académie, il m'était indispensable de reconnaître directement, non-seulement les vitesses d'un fleuve, mais encore la nature des pressions que je pourrais avoir à redouter.

Ainsi, je fus conduit à composer des instrumens qui fussent propres à mesurer les pressions des tranches d'eau à toutes les profondeurs, et si toutefois ces pressions étaient proportionnelles aux vitesses, ainsi que l'indique la théorie, elles devaient me donner un moyen de vérification des vitesses prises à l'hydrotachymètre en la déduisant une seconde fois des pressions simultanément observées.

J'ai passé les premiers mois de l'été de 1825 à composer

Digitized by Google

quatre instrumens différens des hydrotachymètres, pour mesurer les pressions d'une eau courante, tranche par tranche, et à toutes les profondeurs.

Forcé de me rendre à Sévastopol, dans la presqu'île de Crimée, au moment où l'empereur Alexandre allait en visiter l'amirauté, qui devait être véritablement créé sur ceux de mes projets que S. M. venait d'approuver, ce ne fut qu'après la mort inopinée de ce prince qu'il me fut possible de revenir à St.-Pétersbourg et de me livrer aux expériences d'été; enfin ce n'est que depuis 1827, époque à laquelle j'ai mis un terme à la mission que j'avais acceptée près du gouvernement russe, qu'il m'a été possible de les rédiger.

Les hydrotachymètres dont nous avons fait usage, se composent d'un flotteur de même densité que l'eau, retenu par un fil, et présentant toujours une surface mince à son action; cette surface, poussée à quatre ou cinq pieds en avant de l'instrument, par l'action du courant, communique la pression qu'il en reçoit sur un ressort excessivement sensible.

L'instrument et son plongeur sont descendus dans le fleuve au moyen de deux cordes, ainsi qu'il a été dit pour l'hydrotachymètre; ces cordes servent également à ouvrir et à fermer l'instrument, en supportant tout son poids alternativement sur l'une ou sur l'autre; à chaque observation, des indicateurs particuliers rapportent à la surface de l'eau, les pressions en poids exercées par les filets fluides du courant sur la surface pressée. D'après ces données des quatre instrumens analogues que nous avons exécutés et fait fonctionner, le premier est composé d'un ressort en spirale, le second d'un ressort en arc double, le troisième d'un pendule; par conséquent ce dernier est tout-à-fait indépendant des variations et des accidens inhérens à l'emploi des ressorts; enfin le quatrième n'est autre que l'hydrotachymètre à spirale, modifié au point que l'on peut faire douze observations successives à toutes les profondeurs, sans être obligé de le remonter à la surface; sujétion inévitable avec les trois premiers.

Ces quatre instrumens terminés, on s'en est servi pour un grand nombre d'expériences sur la Néva, en les employant soit isolément, soit ensemble, et dans toutes les verticales sur lesquelles nous observions les pressions dues à la vitesse des

filets fluides; nous mesurions directement ces vitesses avec l'hydrotachymètre; enfin partant des expériences de Dabuat et de la formule qu'il a donnée pour déduire la vitesse des pressions observées, nous avons obtenu la vitesse des mêmes filets d'eau, par deux voies essentiellement diverses; et nous avons acquis la preuve matérielle de l'exactitude suffisante de tous nos instrumens, et par suite de la vérité de nos observations en les voyant concorder.

Ceci posé, voici nos principaux résultats.

Dans tous les lieux où la profondeur de l'eau avait moins de trente pieds de profondeur, les vitesses étaient décroissantes en allant du fond à la surface; la courbe lieu de toutes ces vitesses était encore une portion d'ellipse, mais cette portion d'ellipse différait essentiellement de celle trouvée comme lieu des vitesses d'hiver; la plus grande ordonnée était à la surface du fleuve.

Lorsque la profondeur de l'eau avait plus de 50 pieds la courbe lieu des vitesses n'était plus une courbe unique; une portion d'ellipse pouvait toujours passer par l'extrémité des vitesses, prises pour ordonnées, à 30 pieds au-dessus du fond; mais au-delà et jusqu'à la surface du liquide, la courbe prenait des formes excessivement variables, si bien que dans un même lieu, elle offrait tantôt une ligne droite, tantôt une courbe convexe ou concave, sans qu'aucun effet apparent indiquât les causes de changemens aussi étranges.

Ne pouvant attribuer qu'à l'action du vent insensible, ces altérations des vitesses de la surface du courant, qui contrastait entièrement avec la marche régulière et constante des vitesses du fond, nous prîmes le parti de nous entourer d'aéromètres qui évaluaient jusqu'aux moindres mouvemens de l'air, et nous reconnûmes :

Que les déplacemens de l'air sensibles, pour l'observateur non prévenu, rendaient la courbe des vitesses de l'eau concave par rapport à son axe s'ils étaient opposés au courant; que, dans le cas contraire, cette courbe devenait convexe.

Cette influence devenait plus prononcée avec le courant d'air, et la courbe pouvait se fermer comme en hiver par l'action réglée d'un grand vent. Cette action de l'air se faisait ressentir d'une manière bien appréciable, jusqu'au filet d'eau

Digitized by Google

à 30 pieds au-dessus du fond, et l'axe horizontal de l'ellipse lieu des vitesses des tranches inférieures variait assez sensiblement sa direction.

Lorsque la Néva avait une profondeur au-dessous de vingt pieds, les effets du vent étaient difficilement appréciables à moins qu'il ne devint bien prononcé.

On a observé que pour cette profondeur et à l'état calme, la plus grande vitesse était à la surface de l'eau, tandis qu'avec une profondeur d'eau de 60 pieds, la plus grande vitesse n'était plus à la surface, mais au centre; et une sorte de courbe, bien près d'être une ligne droite, devenait le lieu des vitesses continuant l'ellipse du fond et s'inclinant légèrement vers son axe.

Ainsi il ne peut plus être permis de dire que les plus grandes vitesses des eaux courantes sont exclusivement au centre ou à la surface, puisque cette vitesse maximum peut changer de place et qu'elle est démontrée par la puissance des faits, l'action de la vitesse du courant, de la profondeur de la masse d'eau, et de la direction des vents, lors même qu'elle est insensible.

100. Note sur la trigonométrie sphéroïdique, dans laquelle on détermine généralement la plus courte distance de deux points donnés sur la terre par leur latitude et leur longitude; par M. Puissant. ( *Connaissance des Temps* pour 1832, p. 34-48. )

Les triangles que l'on considère dans les opérations géodésiques, sont formés par des lignes de plus courte distance sur la surface d'un ellipsoïde de révolution. Ces lignes sont toutes très petites par rapport au rayon de cet ellipsoïde, lorsque les triangles sont destinés à mesurer soit un arc de méridien, soit un arc de parallèle, soit enfin l'étendue superficielle d'une grande contrée; ou bien un seul côté est fort petit à l'égard des deux autres, quand ceux-ci représentent les méridiens de ses extrémités. Les formules fondamentales d'où dérive la résolution des triangles de cette seconde espèce, ont été donnés par plusieurs géomètres; elles résultent de la propriété que la ligne géodésique possède d'être la plus courte parmi toutes celles que l'on peut mener sur la terre entre deux points.

Digitized by Google

Les premières recherches en ce genre sont dues à Euler et remontent à l'année 1753. Ce grand géomètre parvint, à l'aide de sa théorie de maximis et minimis, aux 3 équations qui expriment les relations qu'ont entr'eux les élémens d'un triangle sphéroïdique. Toutefois Clairaut, 20 ans auparavant, avait déjà signalé les principales propriétés du triangle sphéroïdique rectangle.

Des 3 équations obtenues par Euler, la première est donnée en termes finis et contient le rapport entre les azimuts de la ligne géodésique et les latitudes de ses extrémités; la seconde exprime le rapport entre la différentille de la plus courte distance et celle d'une des latitudes données; la 3ᵉ fait connaître le rapport entre la différentielle de cette même latitude et celle de l'angle au pôle formé par les deux méridiens des extrémités de la ligne géodésique. Pour appliquer ces équations aux questions de pratique, il est donc indispensable d'intégrer les deux dernières; mais c'est une opération qu'Euler lui-même regarda comme très-difficile et même comme impossible dans certains cas. Dionis du Séjour aplanit cette difficulté d'analyse en faisant subir aux équations différentielles de la ligne la plus courte des transformations qui en simplifient la forme et dans lesquelles les latitudes vraies sont remplacées par les latitudes réduites qui leur correspondent sur la sphère inscrite. On peut voir à ce sujet son *Traité analytique du mouvement apparent des corps célestes.*

Depuis lors, d'autres géomètres, profitant de cette heureuse idée, parvinrent à perfectionner et à étendre la théorie des triangles sphéroïdiques obliquangles. C'est surtout à l'occasion de la mesure de la méridienne de France par Delambre et Méchain, que MM. Legendre et Oriani établirent chacun de leur côté les véritables principes de la résolution de ces triangles, l'un dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1806, l'autre dans les *Mémoires de physique et de mathématiques de Milan*, même année. Les formules principales de ces deux savans ont cela de remarquable, que leur exactitude a lieu pour toute grandeur de la ligne géodésique; ainsi la convergence des séries qui en proviennent dépend uniquement de la petitesse de l'extrémité de la terre.

Dans la présente note, M. Puissant s'est proposé de tirer

Digitized by Google

des formules mêmes de M. Legendre, démontrées au livre IV de sa Géodésie, une solution directe et générale de ce problème : Etant données les latitudes et longitudes de deux points sur l'ellipsoïde de révolution, trouver leur plus courte distance. La méthode par laquelle M. Puissant résout ce problème consiste à déterminer d'abord la différence de longitude des deux points réduite à la sphère inscrite et donnée en fonction de la différence de longitude correspondante sur le sphéroïde, ensuite à introduire cette différence dans la formule qui donne la tangente d'un des angles azimutaux par deux côtés de l'angle compris, parce que dans le triangle sphérique qui correspond au triangle sphéroïdique, les azimuts sont les mêmes ; enfin à déduire de l'un de ces angles et des formules fondamentales qui en sont fonctions la longueur de la ligne cherchée. Nous ne saurions entrer dans le détail des calculs de l'auteur et des formules auxquelles il parvient. Il obtient deux solutions du problème qu'il s'est proposé ; il les applique ensuite à un exemple particulier.

161. Mémoire sur les perturbations des comètes ; par M. Damoiseau. ( *Ibid.*; p. 25-32. )

Les grandes excentricités et les inclinaisons variées des orbites des comètes ne permettent pas d'exprimer analytiquement les perturbations qu'elles éprouvent par l'action des planètes pour un nombre indéfini de révolutions ; on est réduit à les déterminer par parties au moyen des quadratures. Pour y parvenir, M. Damoiseau calcule pour divers points de l'orbite pris successivement, les variétés différentielles des élémens de la comète dues à la force perturbatrice ; ces points espacés arbitrairement correspondent à des intervalles de temps embrassant dans leur ensemble la durée du temps pendant lequel on veut connaître l'effet de la force perturbatrice. Par l'emploi des différences de plusieurs de ces variations successives, on détermine en intégrant les changemens correspondans dans la durée de chacun de ces intervalles. En réunissant les altérations partielles pour chaque élément, on obtient l'altération totale qu'il a éprouvée pendant le temps donné ; on arrive ainsi à la connaissance de l'état passé ou de l'état futur de la comète.

Digitized by Google

M. Damoiseau a calculé par les formules qu'il donne dans ce mémoire les perturbations des deux comètes à courte période de 3, 3 ans et de 6, 7 ans; ses résultats se trouvent dans la Connaissance des temps de 1827 et de 1830. Il en fait ici l'application à la recherche de l'altération que doit éprouver le moyen mouvement de la comète de 1759, dans sa période actuelle, par l'action de la terre. Dans un mémoire présenté à l'Académie de Turin, l'auteur a donné les résultats des perturbations que cette comète doit éprouver dans sa révolution actuelle par l'action de Jupiter, de Saturne et d'Uranus. C. S.

## PHYSIQUE.

102. Traité de physique; par E. Péclet. 2e édition, Tom. 1er. In-8° de 630 p. et 18 pl. Paris, 1830; Malher et Cie.

Il y a quelques années, M. Péclet, alors professeur au collége de Marseille, publia la première édition de cet ouvrage, mais celle qui paraît aujourd'hui a été entièrement refondue et forme véritablement un ouvrage nouveau. Ce traité est le résumé des leçons que M. P. donne à l'école centrale des arts et manufactures.

Le 1er volume, qui est seul publié en ce moment, nous a paru renfermer tout ce qui est connu sur les divers sujets qui y sont traités; les travaux les plus récens s'y trouvent rapportés, et pour qu'il ait pu en introduire quelques-uns, il a fallu que l'auteur s'occupât de l'impression de son ouvrage en même temps que de la rédaction.

Dans une courte introduction, M. P. établit les divisions des sciences physiques, et fait connaître les divisions de son cours. Dans la première partie, il traite des corps pondérables et dans la 2e des corps impondérables.

L'étude des corps pondérables commence par celle des propriétés générales des corps. M. Péclet étudie ensuite les forces permanentes qui agissent sur les corps: la gravitation, la pesan-

Digitized by Google

teur, l'attraction moléculaire et la force répulsive de la chaleur.

Ici, comme dans tout le reste de l'ouvrage, M. P. donne, dans des notes que le lecteur peut consulter avec facilité, toutes les formules qui rendraient fatigante la lecture du texte.

Les chapitres suivans sont consacrés à l'étude des corps solides, liquides et gazeux.

Par rapport aux corps solides, l'auteur examine successivement la porosité, la densité, sur la détermination de laquelle il donne beaucoup de détails; les phénomènes qui dépendent de la stabilité plus ou moins grande d'équilibre entre les molécules, comme la compressibilité, l'extensibilité, l'élasticité, la ductilité, la résistance au choc, à la pression, à l'attraction; la résistance des tuyaux creux, des tuyaux ou des vases à des pressions intérieures et à l'usure. Il examine ensuite la structure des corps, leur équilibre, leur mouvement. Dans ce dernier article, M. P. étudie avec détails le frottement, le choc des corps, l'équilibre et le mouvement des machines.

Dans le chapitre suivant, l'auteur s'occupe des liquides et parle successivement de leur porosité, de leur densité, sur la détermination de laquelle il donne beaucoup de détails, des phénomènes qui résultent de la stabilité d'équilibre, de l'équilibre des liquides, de leur mouvement, de l'emploi des corps pour modifier ou transmettre les forces, et comme moteurs.

Nous avons remarqué qu'à l'article compression des liquides, M. P. a toujours changé le nom de M. Sturm en celui de Strum. Cette erreur légère n'aurait au surplus d'inconvénient que pour ceux qui ne connaîtraient pas le travail de MM. Colladon et Sturm, qui a remporté le prix de l'Académie.

Ce chapitre, fort étendu, comprend toutes les notions nécessaires pour l'étude générale de cette partie de la science, dont l'étude plus particulière est du domaine de la statique.

L'histoire des corps gazeux fait le sujet du chapitre suivant. L'auteur examine d'abord la constitution des corps gazeux et les phénomènes qui en résultent. Cet article comprend les propriétés générales de l'air et des gaz. L'article du baromètre est étendu; M. P. y donne les détails nécessaires pour construire un bon baromètre, et pour appliquer cet instrument à la détermination des hauteurs barométriques. Les articles suivans

Digitized by Google

sont consacrés à l'étude des corps flottans dans des gaz, des mouvemens des corps gazeux, des machines fondées sur les propriétés de l'air, de l'emploi des gaz comme moteurs, et de l'air considéré comme véhicule du son.

Ce dernier article, fort étendu, nous a paru l'un des plus complets de l'ouvrage; tous les résultats obtenus par M. Savart y sont exposés avec beaucoup de détails.

L'étude des corps impondérables forme, comme nous l'avons dit, la 2^e^ partie de l'ouvrage. L'histoire du calorique termine le 1^er^ volume; elle est divisée en 4 sections : calorique sensible, calorique latent, sources de chaleur, sources de froid.

La construction du thermomètre, que l'on fait connaître ordinairement en commençant l'étude du calorique, est rejetée à la fin; M. P. pensant que toute la théorie de la chaleur est nécessaire pour bien la comprendre.

A l'article des vapeurs, M. P. traite de l'hygrométrie d'une manière assez étendue. Cette partie de la science est devenue très-importante et présente beaucoup d'intérêt.

Les résultats importans obtenus par M. Dulong sur la tension des vapeurs, complètent cet article.

Quelques notions sur les machines à vapeur et sur l'emploi de la vapeur comme moyen de chauffage, précèdent un article détaillé sur la construction des divers thermomètres.

L'ouvrage de M. P. nous a paru l'un des plus complets qui ait été publié sur la physique. Le nombre de planches qu'il contient facilite singulièrement l'intelligence du texte. Nous aurions désiré pouvoir faire connaître d'une manière plus détaillée plusieurs articles de cet ouvrage, qui ne peut manquer d'être recherché; mais l'étendue que nous devons donner à nos articles y a été un obstacle. G. DE C.

103. SOCIÉTÉ POUR LA DIFFUSION DES CONNAISSANCES UTILES.

Il s'est formé à Londres, sous la présidence de M. Brougham, membre du parlement, une Société dont le but est de répandre des traités sur diverses branches de sciences; ce ne sont, pour ainsi dire, que des chapitres séparés d'un grand ouvrage, qui présentent cet avantage, qu'on peut les acquérir séparément, et qu'ils se trouvent alors plus à la portée de ceux qui ont seulement besoin de quelques-uns d'entre eux. Un assez grand nom-

Digitized by Google

bre de ces livraisons ont déjà été publiées, et la Société nous a paru remplir le but qu'elle s'est proposé. Il nous semblerait superflu de parler en détail de tous les objets que renferment les livraisons que nous avons à annoncer; nous indiquerons seulement les titres de celles qui ont rapport à la physique.

Chaleur. — Deux livraisons, qui sont à leur 4e édition, présentent, après des remarques générales sur l'action de la chaleur, des articles étendus sur sa nature et ses causes, l'expansion, l'application de la théorie à la construction des thermomètres, le pouvoir conducteur des corps, le rayonnement, la chaleur spécifique, la quantité absolue de chaleur, la chaleur latente et les froids artificiels.

Plusieurs articles font double emploi avec ceux de divers autres traités, mais c'était une chose inévitable, d'après le plan de l'ouvrage, et c'est un faible inconvénient, tandis que la marche contraire en aurait présenté de plus graves, en obligeant à recourir à diverses livraisons pour la connaissance de divers objets. Une liste des ouvrages sur la chaleur termine la 2e livraison.

Thermomètre et Pyromètre. — Deux livraisons comprennent l'histoire et la description des divers instrumens destinés à mesurer la chaleur; beaucoup d'entre eux sont peu importans; mais leur connaissance peut quelquefois être utile, ne fût-ce qu'indirectement, et plusieurs sont peu connus.

Un appendice renferme des tables de correspondance des diverses échelles thermométriques, de l'expansion des corps par la chaleur, de la température, du changement d'état ou de l'incandescence de beaucoup de corps.

Pneumatique. — La livraison qui porte ce titre est à sa 4e édition; elle traite des propriétés de l'air, de la pesanteur, des divers baromètres, des syphons de la machine pneumatique et des diverses pompes, des fusils à vent et du son; les titres des ouvrages qui traitent de cette branche de la science mettent à même de consulter ceux dont on pourrait avoir besoin.

Électricité. — Les deux livraisons qui forment ce traité sont à leur 2e édition. Les six chapitres suivans comprennent la description de tous les phénomènes de l'électricité: excitation, attraction, répulsion, distribution, électrisation par influence transport de l'électricité.

Digitized by Google

La description des divers appareils nécessaires pour les expériences d'électricité se trouve comprise dans les articles mentionnés.

GALVANISME. — L'histoire de l'électricité galvanique, des divers appareils pour la développer, et de son action sur les corps, forme le sujet de cette livraison.

L'emploi de gravures en bois intercalées dans le texte est extrêmement commode pour faire comprendre les descriptions. Plus répandu dans les ouvrages anglais qu'en France, il serait à désirer qu'il fût plus souvent adopté parmi nous; moins parfaites que les planches gravées ou lithographiées, ce genre permet de donner à plus bas prix un plus grand nombre de figures, et évite la peine de recourir à plusieurs volumes pour trouver l'appareil ou l'objet que l'on veut examiner. G. DE C.

104. SUR L'INTENSITÉ DU MAGNÉTISME A BRUXELLES, PARIS, LONDRES ET ALTONA.—Extrait d'un Mémoire de M. QUETELET, lu le 5 décembre 1829, à l'Académie de Bruxelles. (*Corresp. mathématique*; Tom. VI, 1er livr.)

L'intensité magnétique n'avait pas encore été déterminée à Bruxelles, avant les observations qui ont été faites par M. Sabine et M. Quetelet, vers la fin de l'année dernière et dans le courant de cette année. Les observations de M. Sabine ont eu lieu le 5 novembre 1828, vers midi, dans le jardin de l'Observatoire, avec un appareil semblable à celui dont se sert M. Hansteen. Les résultats ont été publiés dans le tome V de la Corresp. mathém., p. 226, en même temps que les résultats obtenus à Londres et à Altona avec le même appareil. Mais les nombres devant être réduits, à cause de l'inégalité de température à laquelle les expériences ont eu lieu, M. Quetelet a entrepris ce calcul, en faisant usage de la formule de Hansteen, que M. Sabine a lui-même employée dans les *Transactions philosophiques* pour 1828, en déterminant la différence d'intensité magnétique entre Paris et Londres. Voici cette formule : En supposant que $n$ oscillations s'effectuent en T secondes, par une température de $t$ degrés de Fahrenheit, et en T' secondes par une température de $t'$ degrés, on a

$$T = T' \left\{ 1 - 0{,}000165\,(t' - t) \right\}$$

En réduisant donc les résultats comme s'ils avaient été déterminés à la température de 44° de Fahrenheit, on obtient les nombres suivans :

| | Bruxelles. | Londres. | Altona. |
|---|---|---|---|
| Aiguille IV. | 349″ 39 | 352″ 84 | 351″ 98 |
| — XI. | 309, 22 | 312, 28 | 311, 98 |
| — X. | 342, 61 | 345, 40 | 344, 98 |

Tels sont les temps employés par les aiguilles de M. Sabine à faire 100 oscillations horizontales. Or, si l'on considère que les composantes horizontales de l'intensité sont en raison inverse des carrés de ces nombres, on a, en prenant pour unité la composante de l'intensité à Londres,

| | Bruxelles. | Altona. | Paris. |
|---|---|---|---|
| | 1,0198 | 1,0049 | 1,0732 |
| | 1,0199 | 1,0019 | 1,0723 |
| | 1,0163 | 1,0024 | 1,0726 |
| Moyennes | 1,0187 | 1,0031 | 1,0727 |

On voit que Bruxelles, Londres et Altona sont à peu près sous la même ligne isodynamique, comme l'indique la carte que M. Hansteen a insérée dans les Astronomische Nachrichten. Les valeurs pour Paris sont extraites du Mémoire des Transactions dont il a été question plus haut. M. Sabine a trouvé plus exactement 1,0714, en faisant concourir 6 aiguilles à la détermination de cet élément.

En faisant usage des nombres que M. Hansteen donne dans sa carte des lignes isodynamiques, on obtient :

| | Temps de 100 oscill. | Intensité horizontale d'après Hansteen, | Sabine. |
|---|---|---|---|
| Altona. | 774″ | 1,0000 | 1,0000 |
| Paris. | 752″ 2 | 1,0588 | 1,0681 |
| Bruxelles. | | | 1,0156 |
| Londres. | 774″ 5 | 0,9987 | 0,9969 |

Voici les résultats que M. Quetelet a obtenus à Altona et à Bruxelles avec deux aiguilles différentes :

| | Bruxelles. | Altona. |
|---|---|---|
| Aiguille I. | 392″ 13 | 396″ 75 |
| — II. | 374′ 66 | 379, 39 |

Les réductions pour la température ont été faites comme plus haut ; si l'on calcule la partie horizontale de l'intensité, celle

Digitized by Google

pour Altona servant d'unité, il vient 1,02360 pour la première aiguille, et 1,02374 pour la seconde.

Les observations de M. Quetelet, ainsi que celles du capitaine Sabine, s'accordent donc à donner la partie horizontale de l'intensité magnétique un peu plus grande à Bruxelles qu'à Londres et à Altona.

Pour avoir l'intensité totale, il faudrait diviser les quantités précédentes par les cosinus respectifs des angles d'inclinaison. On aurait de cette manière, en adoptant les valeurs des inclinaisons données par M. Sabine, pour Paris et Londres, et celle que M. Quetelet a trouvée pour Bruxelles (l'inclinaison pour Altona lui est inconnue),

| | Intensité horizont. | Inclinaison. | Intensité. |
|---|---|---|---|
| Paris. | 1,0681 | 67° 58′ | 2,8471 |
| Londres. | 0,9969 | 69 45 | 2,8803 |
| Bruxelles. | 1,0156 | 68 56,5 | 2,8265 |
| Altona. | 1,0237 | | 2,8490 |

En adoptant, comme l'a fait M. Hansteen, dans les Astronomische Nachrichten, 1,3482 pour l'intensité totale à Paris, on obtient :

| | | |
|---|---|---|
| Paris. | 1,3482 | |
| Londres. | 1,3639 | |
| Bruxelles. | 1,3389 | d'après M. Sabine. |
| | 1,3491 | — Quetelet. |

Ainsi, d'après M. Quetelet, l'inclinaison magnétique à Bruxelles est plus grande qu'à Paris et moindre qu'à Londres. La valeur obtenue par M. Sabine serait moindre que dans ces deux villes, ce qui paraît peu probable.

105. Sur la production des bandes colorées par des miroirs plans; par M. Quetelet. (*Ibid.*; Tom. V, 6ᵉ livr.)

Si l'on se place à quelques pas, devant un miroir étamé, et qu'on observe la lumière d'une bougie par réflexion, on voit, à côté de l'image de cette lumière, se former plusieurs bandes colorées très-apparentes. Il faut tenir la bougie à quelques pouces devant l'œil, et de manière que les rayons incidens et les rayons réfléchis fassent ensemble un très-petit angle. Cette observation curieuse est due à M. Whewell, prof. à l'université de Cambridge. Mais en la répétant, M. Quetelet s'est aperçu

Digitized by Google

qu'elle ne se produisait pas constamment, et que la condition nécessaire pour qu'elle pût avoir lieu était la présence d'une légère couche de vapeur sur le verre. Pour répéter l'expérience, il suffit de faire passer légèrement l'haleine sur un miroir un peu froid, afin que la vapeur ne disparaisse pas trop rapidement.

M. Quetelet a reconnu depuis, que l'expérience réussit également bien, lorsque le miroir n'est pas étamé; on peut même se borner à prendre un simple carreau de vitre, seulement les bandes colorées se prononcent moins bien à cause de l'irrégularité du verre. Il n'est pas non plus nécessaire de faire l'observation dans une chambre obscure; on peut la faire même en plein jour. Si l'on applique derrière le verre une goutte d'huile, de térébenthine par exemple, on voit disparaître les bandes colorées dans la partie correspondante.

L'expérience n'a pas lieu avec un miroir métallique ou sur un verre opaque; il faut nécessairement un corps diaphane terminé par des plans parallèles.

En général, quand la lumière se trouve avec l'œil dans un plan vertical, les bandes colorées sont horizontales; elles deviennent verticales si la lumière et l'œil sont dans un plan horizontal. Pour les autres positions, on prévoit facilement leur arrangement.

Ces bandes colorées affectent la forme de lignes courbes qui, pour certains cas dégénèrent en droites. Elles ne se prolongent pas au-delà d'une certaine distance de la lumière.

On distingue, en partant de l'image de la lumière, successivement du vert-bleuâtre, du jaune, du rouge; du vert-bleuâtre, du jaune, du rouge, etc.

Toutes choses égales, ces bandes sont plus larges à mesure qu'on s'éloigne davantage du miroir, que la lumière se rapproche davantage de l'œil, en un mot, que l'angle des rayons incidens et réfléchis se trouve moindre; quand l'angle est nul, les bandes deviennent infinies.

Le phénomène dont nous venons de parler ne semble pas se rapporter à celui que Newton a observé pour les miroirs concaves. Il paraît, quant aux couleurs, avoir plus de rapport avec ce qu'on observe quand on voit le soleil ou une lumière à travers une lame transparente, sur laquelle on a répandu une poudre très-fine.

Digitized by Google

106. Sur la production des bandes colorées par des miroirs plans; par M. Quetelet. (*Corresp. mathém.*, Tom. VI, 1re livraison.)

M. Quetelet a parlé dans l'article précédent, d'une manière simple de produire des bandes colorées, en se plaçant à quelques pas devant un miroir plan sur lequel on a fait passer une légère vapeur, et en observant l'image d'une chandelle qu'on tient à peu de distance de l'œil. Mais en faisant passer la vapeur de l'haleine sur le miroir, on a l'inconvénient de voir bientôt disparaître le phénomène. M. Quetelet a trouvé depuis qu'on peut le rendre durable, en employant, au lieu de la vapeur d'eau, une légère couche d'une substance grasse, d'huile ou de suif par exemple, qu'on étend d'une manière bien égale. On peut alors observer les bandes colorées à loisir. On trouvera qu'elles se prononcent surtout nettement, si l'on a eu la précaution d'appuyer légèrement un linge sur les différentes parties de la couche très-mince de substance grasse, afin de faire disparaître les petites stries parallèles et régulières, que l'on forme en étendant cette substance sur le miroir.

107. De l'action qu'exerce sur une aiguille aimantée, un barreau aimanté tournant dans un plan parallèlement au-dessous de l'aiguille; par M. Plateau, docteur ez-sciences. (*Ibid.*)

Disposez un barreau aimanté de manière qu'il puisse tourner dans un plan horizontal autour d'un axe passant par son milieu, et placez au-dessus de ce barreau une aiguille aimantée soutenue sur un pivot ou suspendue à un fil de cocon. Si vous donnez au barreau un mouvement de rotation d'une lenteur suffisante, l'aiguille, comme on doit s'y attendre, le suivra et tournera avec lui; mais si vous augmentez jusqu'à un certain point la vitesse du barreau, l'aiguille cessera de tourner, et ne fera plus que de grandes oscillations; si l'on augmente encore la vitesse du barreau, ces oscillations diminueront d'amplitude, et enfin, pour un certain degré de vitesse, elles cesseront tout-à-fait, et l'aiguille demeurera immobile et dirigée dans le méridien magnétique, comme si le barreau n'existait pas.

Ce fait ne tendrait-il pas à prouver que la transmission de

Digitized by Google

l'action magnétique n'est pas instantanée, et ne pourrait-on pas s'en servir pour mesurer le retard qu'elle éprouve ?

108. Supplément au mémoire sur la force élastique de la vapeur, présenté à l'Académie des sciences en février 1828, contenant le résumé de la détermination de la force élastique de la vapeur, avec de nouvelles explications sur la loi de l'élasticité de la vapeur aqueuse; par M. Roche, professeur de mathématiques, de physique et de chimie à l'École d'artillerie de la marine de Toulon.

La force élastique de la vapeur aqueuse saturée à un degré de température différent de celui de l'ébullition, dépend tout à la fois de sa température et de la condensation qu'elle éprouve pour arriver au point de saturation. J'ai admis dans mon premier mémoire, en désignant par $x$ l'excès de la température sur cent degrés, que la force élastique que j'appelle F, celle de l'atmosphère étant prise pour unité, pour une augmentation de température infiniment petite $dx$, s'augmentait en raison du produit de la force élastique existante F, par la différentielle de sa *chaleur expansive* représentée par le produit de $x$, par la densité qu'acquerrait la vapeur sous la pression de l'atmosphère, d'après la loi de dilatation des gaz, comparée à celle de la vapeur à 100°, c'est-à-dire $\frac{11(100+x)}{11+0,03x}$; $\frac{11}{11+0,03x}$ représentant également le rapport suivant lequel la densité augmente de 100° à 100° $+x$ sous une pression quelconque. Par conséquent j'ai conclu l'équation $dF = F\,d\left(\frac{nx}{11+0,03x}\right)$. $n$ étant un coefficient constant, d'où il résulte, pour la force élastique, $\log. F = \frac{nx}{11+0,03x}$, $F = 10^{\frac{nx}{11+0,03x}}$, vû qu'à $F=o$ correspond $x = o$, et j'avais trouvé, d'après la comparaison de la table des forces élastiques de la vapeur dressée par l'Académie, pour le coefficient $n$, une valeur approchée de 0,17, en prenant une moyenne entre un certain nombre de coefficiens plus grands que 0,17, résultant des forces élastiques de la vapeur au-dessous de 100° et un même nombre de coefficiens résultant des forces élastiques au-dessus de 100°.

J'ai cru devoir, pour rendre ma démonstration plus claire,

définir ce que j'ai désigné sous le nom de *chaleur expansive*, d'après les principes connus de la théorie de la chaleur. Un gaz qui se dilate sous une même pression est censé, d'après la loi uniforme de sa dilatation, conserver à poids égal la même chaleur spécifique, de sorte que l'unité de poids, en représentant la chaleur spécifique à $100^{\circ}$ par 1, reçoit une quantité de chaleur proportionnelle à $x$ par chaque degré $x$ de température au-dessus de $100^{\circ}$, mais la chaleur spécifique sous l'unité de volume est alors représentée par $\frac{11}{11+0,03x}$ et conséquemment pour chaque degré $x$ la quantité de chaleur absorbée par chaque unité de volume de la masse dilatée est $\frac{11(100+x)}{11+0,03x}$; c'est ce que j'appelle la *chaleur expansive*; celle qui contribue à déterminer, par son accroissement, l'augmentation proportionnelle de la force élastique F, ce qu'exprime l'équation $dF = F\,d\left(\frac{nx}{11+0,03x}\right)$; l'accroissement de chaleur $d\left(\frac{nx}{11+0,03x}\right)$, parce que la force élastique de la vapeur doit être considérée sous l'unité de volume, puisqu'elle augmente lorsque la masse de vapeur sous l'unité de volume ou la densité augmente.

J'ai indiqué dans mon mémoire, que, malgré l'accroissement indéfini de la température $x$, la force élastique F ne croissait pas indéfiniment et présentait un maximum mathématique qui est évidemment

$$F = 10^{\frac{n}{0,03}}$$

Ceci n'est qu'un maximum mathématique, car on doit admettre pour maximum réel celui où la densité de la vapeur est égale à celle du liquide en contact, que l'on peut déterminer en admettant au-dessus de $100^{\circ}$ la dilatation proportionnelle de $\frac{1}{33}$ de 0, à $100^{\circ}$, ce qui fait une dilatation de $\frac{1}{34}$ pour chaque intervalle de $100^{\circ}$ au-dessus de $100^{\circ}$ comparé au volume de la vapeur à cette température qui fait équilibre à la pression de l'atmosphère; j'ai trouvé que ce maximum aurait lieu à une température un peu inférieure à $720^{\circ}$, et à une pression d'environ

Digitized by Google

3600 atmosphères, mais on ne sait pas encore précisément si l'eau liquide suit à tous les degrés une dilatation uniforme. Si elle augmentait dans un rapport plus grand que celui de la première puissance de $x$, ce maximum aurait lieu à une température inférieure.

Je dois ajouter qu'il existe un autre maximum qui peut paraître extraordinaire, c'est celui de la densité ; car en supposant que $x$ s'accroisse à l'infini, F deviendra constante et la densité $\frac{11\,F}{11+0,03x}$ deviendra infiniment petite ou nulle ; ce résultat ne doit pas paraître extraordinaire ni absurde : il en est de même du gaz ou vapeur non saturée, dilatée à l'infini et faisant toujours équilibre à la pression de l'atmosphère. Sa densité, qui est $\frac{11}{11+0,03x}$, devient infiniment petite, et la force élastique est toujours un. Cela provient de ce que la *chaleur expansive* $\frac{11\,x}{11+0,03x}$ finit par devenir constante, égale à $\frac{11}{0,03}$ : mais cette limite n'aurait lieu qu'à une température prodigieuse et bien au-dessus de celle qui donne le maximun relatif que j'ai considéré ; c'est donc encore une limite purement mathématique, vû qu'on ne peut y parvenir dans la pratique, car elle indiquerait une pression de plus de cent soixante mille atmosphères, une température d'environ 4300° centigrades et une densité environ 8 fois supérieure à celle de l'eau bouillante. Or, comme on n'atteindra jamais une pareille limite, et qu'on ne dépassera pas la précédente, on voit que la densité de la vapeur croît dans un rapport bien inférieur à celui de la force élastique.

Ces considérations sur le maximum absolu de la force élastique, et le maximum absolu de la densité, déduites de ma formule, quoiqu'elles ne représentent pas des faits physiquement possibles, n'en sont pas moins une confirmation des principes sur lesquels est fondée la loi de la force élastique, et une conséquence des lois de la vaporisation des liquides et de la compression des gaz ; et l'on peut en conclure que : *toute formule exprimant la loi suivant laquelle la force élastique de la vapeur croît avec la température, d'où il résulterait que la force élastique et la densité croîtraient à l'infini avec la température, est nécessairement fausse et contraire aux principes de la physi-*



Digitized by Google

*que; car 1° la densité ne peut jamais devenir infinie; 2° la force répulsive du calorique agissant entre les molécules du fluide, s'opposera toujours à sa condensation indéfinie.*

Des expériences ont été faites dernièrement par ordre de l'Académie des sciences, sous la direction de MM. Dulong et Arago, Prony et Girard. Les commissaires, chargés de diriger ce travail ayant pour but de déterminer les forces élastiques de la vapeur à de hautes températures, ont examiné ma formule et ont reconnu qu'elle était une de celles qui s'accorde le mieux avec le résultat des expériences; ils en ont cité deux autres dues à M. Tredgold et à M. Coriolis, et ils ont employé, pour calculer les températures correspondant à des forces élastiques supérieures à celle de 24 atmosphères où s'arrêtent leurs expériences, une quatrième formule de même forme que les deux précédentes, c'est-à-dire dans laquelle la force élastique F est représentée par une fonction de la forme $F = (1 + ax)^n$, le coefficient $a$ et la puissance $n$ étant des constantes; $n = 6$ dans la formule de M. Tredgold; $n = 5{,}351$ dans celle de M. Coriolis, et $n = 5$ dans celle de la Commission. Ces formules sont reconnues par la Commission pour être purement empiriques, et je crois avoir démontré par ce qui précède, que toutes celles de cette forme seraient nécessairement fausses. M. le rapporteur de la Commission a préféré employer la formule $F = (1 + 0{,}007153\, x)^5$, parce qu'il trouve qu'elle s'accorde mieux, que la mienne, depuis la pression de 4 à celle de 24 atmosphères, avec les résultats de l'expérience. Mais j'observerai à ce sujet : 1° qu'ils ont opéré avec le thermomètre à mercure dont les indications au-dessus de 100° sont constamment supérieures à celles du thermomètre à air, et que ma formule, calculée d'après une température uniforme, suppose nécessairement les degrés du thermomètre à air qui sont inférieurs à ceux du thermomètre à mercure, et qu'en réduisant les températures déduites de ma formule au-dessus de 100° en degrés du thermomètre à mercure, elle donnerait des résultats encore plus rapprochés; 2° qu'en déterminant la valeur de mon coefficient constant $n$, qui est égal à $\frac{(11 + 0{,}03x)}{x}$ log. F, d'après les forces élastiques et les températures observées au-dessus de 100°, en réduisant ces degrés en degrés du thermomètre à air, qui sont plus petits, $n$ aurait une valeur

Digitized by Google

plus grande, et que conséquemment l'anomalie qui présente, dans mes résultats, une valeur de $n$ plus grande pour les observations faites aux températures supérieures à 100°, disparaîtrait. Le coefficient constant serait à-peu-près 0,167, un peu supérieur à celui 0,1644, comme l'évalue M. le rapporteur ; les températures déduites un peu moindres, mais réduites en degrés du thermomètre à air, elles deviendraient un peu plus grandes, ce qui les rendrait sensiblement conformes à celles trouvées par l'expérience ; 3° que la formule adoptée par la Commission, est non-seulement en défaut et inapplicable aux forces élastiques inférieures à celle de l'atmosphère, mais a été encore reconnue par M. le rapporteur lui-même inexacte pour les interpolations des forces élastiques entre 1 et 4 atmosphères, pour lesquelles il a employé la formule de M. Tredgold, quoiqu'il ait reconnu que la mienne était plus exacte que celle-ci ; 4° que ma formule même, considérée comme empirique, et indépendamment des corrections qui doivent être faites pour les degrés du thermomètre à air, était encore préférable, à cause de sa généralité, et parce que les principes sur lesquels elle est fondée méritent, dans tous les cas, d'être examinés ; 5° qu'il conviendrait de faire de nouvelles expériences en mesurant les températures avec le thermomètre à air, et employant, au lieu de chaudières, des tubes bouilleurs à la Perkins, au moyen desquels on pourrait mesurer sans danger les forces élastiques et les températures de la vapeur à de très-hautes pressions, au moins jusqu'à celle de 100 atmosphères.

La théorie de la force élastique des vapeurs est une des plus intéressantes de la physique, à cause des applications nombreuses que l'on peut faire de la force de la vapeur ; il est donc de l'honneur de la science, d'en rechercher et d'en apprécier la véritable loi, et de ne pas la méconnaître pour lui préferer des calculs empiriques qui ne peuvent éclairer sur les lois de la physique, et qui ne satisfont ni le mathématicien ne le physicien ; je crois avoir établi et démontré la véritable loi de la force élastique de la vapeur, et je désire soumettre mes résultats aux jugemens des savans français et étrangers, afin de les faire apprécier et de contribuer par-là à établir d'une manière certaine une des théories les plus importantes de la physique générale.

Digitized by Google

Les principes sur lesquels est implicitement fondée ma démonstration, sont : 1° la loi de Mariotte appliquée aux vapeurs dans les limites de leur saturation, ce que l'on peut admettre avec d'autant plus raison que la vapeur n'est point comprimée au-delà des limites qui dénaturent les fluides élastiques; 2° l'égalité de chaleur spécifique de la vapeur à pression constante à toutes les températures, ce qui est une suite de la dilatation uniforme des fluides élastiques; 3° l'égalité de la chaleur spécifique de la vapeur à volume constant sous une même température, quelle que soit la pression, ce qui résulte naturellement de ce que la densité de la vapeur étant augmentée dans le rapport de la pression, la chaleur spécifique à poids constant diminue dans le même rapport, d'où il résulte qu'elle est constante sous un même volume; ces principes d'ailleurs s'accordent avec les expériences et l'opinion des physiciens. ROCHE.

109. RECHERCHES SUR LA CHALEUR SPÉCIFIQUE DES FLUIDES ÉLASTIQUES; par M. DULONG. (*Annales de chimie*; juin 1829).

M. Dulong commence par rappeler et discuter les recherches qui ont été faites sur la chaleur spécifique des gaz. Le travail très-étendu et justement estimé de MM. Laroche et Bérard semblait avoir fait cesser toute incertitude sur la chaleur spécifique des gaz soumis à une pression constante, lorsque M. Haycraft d'abord, et ensuite MM. De la Rive et Marcet sont venus révoquer en doute les résultats des physiciens français, et ont cherché à établir que les gaz simples ou composés ont, sous le même volume et à force élastique égale, la même chaleur spécifique.

L'appareil de M. Haycraft ne diffère pas essentiellement de celui de MM. Bérard et Laroche; mais au lieu de mesurer comme ceux-ci l'élévation de température produite dans le calorimètre, M. Haycraft a établi l'un à côté de l'autre, deux appareils semblables en tout, et il a cherché à constater si, toutes les circonstances étant les mêmes, des volumes égaux de deux gaz différens, cédaient aux deux calorimètres des quantités de chaleur égales ou inégales; il avait conclu de ces expériences que *tous les gaz simples ou composés ont, à volume*

Digitized by Google

*égal, la même capacité pour la chaleur, la pression étant égale et constante.* M. Dulong observe que M. Haycraft n'a fait les expériences que sur six gaz, dont 4 simples et 2 composés; savoir : l'acide carbonique et le gaz oléfiant, que ce dernier a constamment indiqué une capacité supérieure, et l'acide carbonique étant le seul des gaz composés qui ait paru avoir la même capacité que les gaz simples, il n'est pas permis d'étendre à tous les autres gaz le résultat d'une observation faite sur un seul; qu'enfin on ne peut juger de l'exactitude des expériences de M. Haycraft, parce qu'il n'a donné aucun détail sur son appareil et sa manière d'opérer.

Quelque temps après, MM. De la Rive et Marcet publièrent un premier mémoire, puis un second sur le même sujet. Le résultat de leurs recherches fut, qu'à volume égal, tous les gaz, tant simples que composés, ont la même chaleur spécifique. C'est en observant le refroidissement ou le réchauffement d'un même volume de tous les gaz contenus dans le même vase et placés sous les mêmes influences, qu'ils ont cru pouvoir déterminer les rapports de leurs chaleurs spécifiques.

Dans leurs premières expériences, le gaz remplissait un ballon de verre de 4 centimètres de diamètre et de $\frac{1}{2}$ millim. d'épaisseur, d'où il suit que la quantité de chaleur que prenait le ballon était à celle que prenait l'air qu'il contenait, environ comme 126 est à 1. Pour un autre gaz possédant une capacité plus grande de $\frac{1}{4}$ que celle de l'air, la chaleur correspondante à cet accroissement de capacité n'eût été que la 500$^{me}$ partie de la quantité totale. Il n'est pas possible d'apprécier d'aussi petites fractions. Le refroidissement ou le réchauffement du même nombre de degrés dans ces deux cas, correspondrait à des temps qui ne diffèrent que de 36 tierces sur 5'. M. Dulong élève encore d'autres objections contre la méthode de MM. De la Rive et Marcet, et pense, en définitive, qu'il n'est pas possible d'imaginer une disposition d'appareil ou une manière d'opérer qui permette de conclure les chaleurs spécifiques des gaz, des temps de leur réchauffement ou de leur refroidissement.

Les résultats de Laroche et Bérard suffisent bien pour mettre hors de doute que tous les gaz simples ou composés n'ont pas,

Digitized by Google

sous le même volume, une égale capacité pour la chaleur; toutefois ces déterminations se rapportent seulement aux gaz soumis à une pression constante, la question relative à la supposition d'un volume constant reste toute entière. Jusqu'à présent aucune méthode directe n'a été indiquée pour la résoudre.

Mais une des inspirations les plus heureuses de Laplace a fait découvrir dans la théorie du son une relation entre les chaleurs spécifiques d'un même gaz considéré dans ces deux états différens. Laplace a démontré que la vitesse réelle du son devait s'obtenir en multipliant la vitesse calculée d'après la formule de Newton, par la racine carrée du rapport de la chaleur spécifique de l'air sous une pression constante, à la chaleur spécifique du même fluide sous un volume constant. M. Poisson démontra le même résultat d'une manière plus directe. MM. Clément et Desormes, ainsi que MM. Gay-Lussac et Welter, déterminèrent la valeur de ce rapport par des expériences directes, d'après lesquelles il paraîtrait que ce rapport serait sensiblement constant pour l'air atmosphérique à toutes températures et à toutes pressions. Mais ces expériences, non plus que celles de M. Dalton et de M. Despretz ne paraissent pas conduire à une approximation suffisante.

« J'ai pensé, dit M. Dulong, qu'on y parviendrait plus sûrement en cherchant la vitesse réelle du son dans chaque fluide élastique et la comparant, selon la théorie de Laplace, avec celle qu'indiquerait la formule de Newton. J'admettrai donc comme un principe démontré que le carré du quotient de la vitesse réelle du son dans un fluide élastique quelconque, divisée par la vitesse calculée d'après la formule de Newton, est égal au rapport de la chaleur spécifique sous une pression constante, à la chaleur spécifique sous un volume constant. Ainsi le recherche de ce rapport se réduit à celle des vitesses réelles du son dans divers fluides élastiques.

Pour tout autre gaz que l'air atmosphérique, on ne peut songer à mesurer directement la vitesse de propagation d'une onde sonore. La théorie des instrumens à vent a suggéré un moyen indirect qui a été indiqué et employé pour la première fois par Chladni et Jacquin. Ce moyen consiste à faire parler un même tuyau, à embouchure de flûte, successivement avec

Digitized by Google

tous les fluides élastiques, supposés à la même température, et à déterminer la hauteur du ton donné par chacun d'eux. En admettant que la colonne fluide contenue dans l'instrument éprouve le même mode de subdivision dans tous les cas, qu'il corresponde, par exemple, à ce que l'on nomme le son fondamental ou le plus grave de tous ceux que la théorie de D. Bernouilli indique pour le même tuyau, on arrive facilement à connaître la longueur d'une onde et sa durée dans chaque fluide élastique, et par conséquent la vitesse avec laquelle un ébranlement se propagerait dans chacun d'eux.»

M. Dulong rappelle brièvement les expériences faites, suivant ces principes, par MM. Chladni, Kerby, Merrick, Benzenberg et Richard Van Rees. La discordance des résultats obtenus par leurs procédés en montrait l'insuffisance. M. Dulong voulut d'abord savoir quel degré de précision on pouvait attendre de ce genre d'expériences; pour cela il fit parler des tuyaux de divers calibres avec de l'air atmosphérique. Ces tuyaux à embouchure de flûte étaient placés horizontalement dans l'air libre, et l'on y faisait passer un courant d'une vitesse constante à l'aide d'un gazomètre muni d'une éprouvette qui laissait juger le degré de pression initiale. Cette pression était ordinairement de 3 centim. d'eau. D. Bernouilli avait déjà comparé les tons rendus par deux tuyaux de longueurs différentes, fermés par une de leurs extrémités; il avait aussi cherché à déterminer par expérience le nombre absolu de vibrations d'un son rendu par un tuyau d'une longueur donnée. M. Dulong n'admet pas les résultats de ces expériences. Le même géomètre avait indiqué un procédé fort ingénieux et qui paraît susceptible d'une grande exactitude pour mesurer la longueur des colonnes d'air qui vibrent à plein orifice. Ce procédé consiste à enfoncer un piston gradué dans le tube sonore jusqu'à ce que celui-ci rende le même son que lorsqu'il était ouvert. La distance de la surface antérieure du piston à l'orifice du tube est prise pour la longueur de la colonne d'air vibrant à plein orifice dans le tuyau bouché par un bout qui serait à l'unisson du premier. « C'est ce moyen, dit l'auteur, que j'ai d'abord employé sur des instrumens de longueurs très-différentes, en y joignant la détermination du nombre exact de vibrations correspondant à chaque son. Pour ce

Digitized by Google

dernier élément, la sirène de M. Cagniard de Latour (1) m'a paru ne rien laisser à désirer. Quand on s'est familiarisé avec cet instrument, la précision de ses indications est presque illimitée. La sirène dont je me sers habituellement porte un disque mobile assez épais pour conserver une vitesse invariable pendant les intermittences très-courtes du courant qui la fait parler. Une soufflerie d'un orgue de Grenié, qui permet d'augmenter à volonté la vitesse du vent en appuyant plus ou moins sur une pédale, sert à entretenir le mouvement du plateau à un degré tel que le ton de la sirène se maintienne à l'unisson de celui que l'on veut évaluer : pour des sons purs et forts, l'oreille est sensible à de très-petites différences, et en soutenant pendant 4′ au moins, comme je l'ai toujours fait, le mouvement du plateau, si l'unisson est d'ailleurs bien observé, on voit que les seules erreurs que l'on puisse commettre en engrenant la roue du compteur, ou en l'arrêtant, se trouvent réparties sur un intervalle aussi grand qu'on le veut, de manière à s'affaiblir de plus en plus, d'après un principe analogue à celui de la répétition des angles.

Il serait inutile de décrire en détail des expériences qui ont toutes été faites de la même manière : je me contenterai d'en rapporter les résultats dans le tableau ci-joint (2) :

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, T. XII, p. 167, et T. XVIII, p. 438.

(2) La vitesse du son dans un gaz est égale à deux fois le produit de la longueur du tuyau par le nombre de vibrations qui s'exécutent en une seconde. Ainsi, dans le tableau suivant, chaque nombre de la dernière colonne (*vitesse du son déduite*, etc.) est le double produit des nombres correspondans de la 8ᵉ et de la 9ᵉ colonnes (*nombre de vibrations par seconde et distance*, etc.)

Digitized by Google

| ÉTAT de L'EMBOUCHURE. | Nos des expériences. | Longueur du tuyau. | Largeur du tuyau. | Profondeur du tuyau. | Largeur de la bouche. | Pression dans le gazomètre en eau. | Nombre de vibrations par seconde sexag. | Distance de la surface antérieure du piston à l'orifice. | Température de l'air pendant l'expérience. | Vitesse du son d'après la formule $333^m\sqrt{1+0{,}00375\,t}$. | Vitesse du son, deduite de la demi-concamération finale. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | c. | m. | m. | m. | c. | | c. | ° | m. | |
| Bouche libre....... | n° 4 | 60,2 | 25,5 | 32 | 5 | 3 | 491,4 | 33,1 | 20, | 345,2 | 325,3 |
| | 5 | id. | id. | id. | id. | id. | 490,6 | 33,1 | id. | id. | 324,7 |
| | 6 | id. | id. | id. | id. | 5 | 504,6 | 32,45 | 20,5 | ....... | 327,5 |
| | 32 | id. | id. | id | id. | 3 | 495,6 | 33,16 | id. | ...... | 328,6 |
| | 33 | 29,1 | 18 | 23 | 4 | 3 | 973,2 | 16,77 | 20,3 | ....... | 326,4 |
| | 34 | id. | id. | id | id. | id. | 973,6 | 16,78 | id. | ....... | 326,6 |
| | 38 | 127,15 | 62 | 74 | 8 | id. | 239,3 | 67,6 | 20, | 345,2 | 323,7 |
| | 63 | 62,2 | 14 | 15 | 5 | 3 | 487,4 | 32,9 | 9, | 338,5 | 320,7 |
| | 63*bis*. | id. | id. | id. | id. | id, | 494, | 32,4 | id. | id. | 320,1 |
| Bouche couverte d'un entonnoir de fer-blanc............ | 8 | 60,2 | 25,5 | 32 | 5 | 3 | 466,6 | 35,5 | 20, | 345,2 | 331,28 |
| | 9 | id, | id. | id. | id. | id. | 463,4 | 36,3 | id. | id. | 336, |
| | 10 | idt | id. | id. | id. | id. | 467, | 35,95 | id. | id. | 335,77 |
| Embouchure de flûte traversière....... | 13 | 61, | 26,5 | 30 | 15 | 3 | 474,4 | 33,15 | id. | id. | 314,15 |
| | 14 | id. | id. | id. | id. | 5 | 476,6 | 33, | id. | id. | 314,5 |
| Bouche rétrécie par une lame de plomb. | 18 | 60,2 | 25,5 | 32 | 5 | 3 | 948, | 17,2 | id. | id. | 326, |
| | 19 | id. | id. | id. | id | id. | 954, | 17,35 | id. | id. | 331,4 |
| | 20 | id, | id. | id. | id. | id. | 953,2 | 17,35 | id. | id. | 330,7 |

Toutes ces observations s'accordent à donner une vitesse de propagation trop petite; on voit d'ailleurs que l'erreur est à peu près la même en considérant des tons graves ou des tons aigus. Cette remarque suffit pour écarter l'idée qu'elle pourrait provenir de la chaleur enlevée ou cédée à la colonne fluide par les parois du tuyau; car, si cet effet était sensible, il le serait davantage sur les tons les plus graves, produits par des vibrations plus lentes, et, partant, exposées plus long-temps à l'influence de la cause retardatrice.

Mais la théorie plus générale et plus conforme aux effets naturels que M. Poisson a donnée du mouvement de l'air dans les tuyaux de flûte ( Mém. de l'Académie des sciences, 1817, page 303 ), suggérant quelques doutes sur la vraie longueur de la demi-concamération finale, j'ai voulu essayer si, comme cette théorie l'indique, la mesure de l'intervalle entre deux nœuds consécutifs ne conduirait pas à des valeurs plus rapprochées de la vitesse du son. Le tableau suivant offre les résultats d'une série d'expériences dirigées vers ce but.

Digitized by Google

| MODIFICATION DE L'EMBOUCHURE. | Nos des expériences. | Longueur du tuyau. | Largeur du tuyau. | Profondeur du tuyau. | Largeur de la bouche. | Pression dans le gazomètre, col. d'eau. | Longueur de la demi-concamération finale. | Distance des deux surfaces nodales. | Température de l'air. | Nombre de vibrations par seconde sexagés. | Vitesse du son d'après la formule $333\sqrt{1+0{,}00375\ t}$. | Vitesse du son conclue de la demi-concamération finale. | Vitesse du son conclue de l'intervalle des 2 surfaces nodales. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | c. | m. | m. | m. | c. | c. | | ° | | m. | | |
| | 30 | 60,2 | 25,5 | 32 | 2,25 | 3 | 16,2 | 33,95 | 20, | 990,4 | 345,2 | 321, | 336,2 |
| Bouche rétrécie par | 31 | *id.* | *id.* | *id.* | *id.* | *id.* | 16,1 | 34,18 | *id.* | 986, | *id.* | 317,1 | 336,6 |
| une lame de plomb. | 35 | 29,1 | 18, | 23 | 2, | *id.* | 8,1 | 17,6 | 20,3 | 1935,2 | ....... | 321,6 | 340,6 |
| Le tuyau octavie.. | 36 | *id.* | *id.* | *id.* | *id.* | *id.* | 8,08 | 17,52 | 20, | 1927,2 | *id.* | 311,4 | 337,6 |
| | 39 | 127,15 | 62, | .. | 4, | .... | 33,85 | 71,6 | *id.* | 464,6 | *id.* | 314,5 | 332,6 |
| Le tuyau octavie par un plus grand volume d'air. | 63 | 62,2 | 14, | 15 | 5, | 3 | 17,08 | 31,9 | 9, | 984,7 | 338,5 | 336,4 | 314,6 |
| Tuyau bouché par une extrémité. Son 3. | | | | | | | | | | | | | |
| Bouche rétrécie par une lame de plomb, de manière à faire sortir le 2e son... | 40 | 60,2 | 25,5 | 32 | 5, | 3 | ..... | 43,6 | 20, | 757,2 | 345,2 | ...... | 330,[illegible] |
| | 41 | *id.* | *id.* | *id.* | *id.* | *id.* | ..... | 43,6 | *id.* | 762,6 | *id.* | ...... | 332,4 |
| | 41 *bis.* | *id.* | *id.* | *id.* | *id.* | *id.* | ..... | 43,47 | *id.* | 761,3 | ....... | ...... | 331, |

La vitesse du son calculée en partant de l'intervalle des surfaces nodales approcherait donc davantage, d'après ces observations, de la vitesse réelle dans l'air libre. Il est très-remarquable que, dans la même expérience qui donne un résultat moins erroné par l'intervalle de deux nœuds consécutifs, la demi-concamération finale donne toujours, au contraire, un écart plus grand. Mais c'est le contraire qui a lieu pour le tuyau de la 63e expérience beaucoup plus alongé.

On peut conclure de tout ce qui précède, que la valeur absolue de la vitesse du son dans l'air libre ne peut être exactement déduite de la position des surfaces nodales, déterminée par le procédé de D. Bernouilli, lorsque d'ailleurs la durée des vibrations de la colonne d'air ne laisse aucune incertitude dans sa mesure.

Le nombre $333^{m}$ que j'ai adopté pour la vitesse à $0^{o}$ est la moyenne d'un très-grand nombre d'observations qui diffèrent

Digitized by Google

peu entr'elles. J'ai vérifié par des expériences directes, que $\sqrt{1+0,00375\,t}$. représente exactement les variations qui dépendent de l'inégalité des températures, du moins entre 4° et 22° centigrades. La discordance observée entre les résultats de la théorie et ceux du calcul me paraît tenir à ce que l'on suppose dans la théorie des tuyaux de flûtes, que les vibrations s'exécutent parallèlement à l'axe du tuyau, et qu'il n'y a aucun mouvement dans le plan perpendiculaire à cet axe; ce qui n'a pas lieu avec le mode d'embouchure usité, ainsi que M. Savart s'en est assuré.

J'ai voulu savoir si, avec un mode d'ébranlement plus conforme aux suppositions de la théorie, on arriverait à une solution plus exacte. J'ai donc cherché à ébranler la colonne d'air renfermée dans un tuyau bouché par un bout, en faisant vibrer, à l'extrémité ouverte, une lame élastique dont le ton pouvait être déterminé fort exactement; c'était d'abord un simple diapason, dont je plaçais une des branches dans le plan de l'orifice d'un tube, que je raccourcissais, à volonté, en y versant du mercure jusqu'à ce que le ton rendu par le tuyau, et qui était toujours le même que celui de la tige élastique, fût le plus fort possible. Alors, en mesurant la longueur du tube, on pouvait, comme précédemment, en conclure une valeur de la vitesse du son. En faisant ces expériences, on s'aperçoit bientôt de la réalité du résultat auquel M. Poisson a été conduit par sa théorie, savoir : que le même tuyau peut rendre une infinité de sons peu différens les uns des autres, ou, ce qui est la même chose, que le même son peut être obtenu de tuyaux différens; mais j'ai toujours employé la profondeur correspondant au son le plus intense.

A la température de 20°, une verge élastique qui rendait un son de 504 vibrations par seconde, faisait résonner le plus fortement une colonne d'air de 33$^{c}$2 de longueur et renfermée dans un tuyau bouché par un bout. En considérant la longueur de cette colonne comme une demi-concamération finale, elle correspondrait à une vitesse de 334$^{m}$, au lieu de 345$^{m}$,2. — J'ai fait souder un disque de cuivre de 2 centimètres de diamètre à chacune des branches d'un autre diapason; ce qui a fait

Digitized by Google

descendre le ton d'une tierce et $\frac{1}{4}$ de ton. J'ai déterminé le nombre des oscillations correspondant à cette modification de l'instrument, et, en le faisant vibrer à l'orifice d'un tube dont je variais à volonté la profondeur, j'ai déterminé celle qui donnait les on le plus intense :

| | |
|---|---|
| Nombre de vibrations................ | 664,4 |
| Profondeur du tube.................. | 22$^c$,9 |
| Profondeur d'après la théorie.......... | 25,9. |

Ainsi ce nouveau mode d'ébranlement, qui doit produire des mouvemens parallèles à l'axe du tuyau, conduit encore à une vitesse trop faible. »

Il restait à examiner si cette discordance, quelle qu'en soit la cause, n'affecterait pas proportionnellement la mesure de la vitesse du son dans tous les fluides élastiques. Voici ce que fit M. Dulong.

« Le tuyau de flûte placé dans une grande caisse de bois doublée de plomb en dehors et en dedans, et convenablement étayée dans l'intérieur pour supporter la pression de l'atmosphère, recevait d'un gazomètre à pression constante le fluide élastique préalablement desséché par un sel déliquescent ou par de la chaux caustique. Sur la face de la caisse opposée à celle qui était traversée par le porte-vent, on avait pratiqué trois ouvertures; l'une, bouchée par un disque de glace, derrière lequel était un thermomètre; l'ouverture du milieu communiquait avec un large tube de verre qui pouvait être fermé par un bouchon à vis; enfin, la troisième ouverture laissait passer, à travers une boîte à cuir, une longue tige rodée qui servait à introduire un piston dans le tuyau, afin de connaître la position de la surface nodale. Après avoir fait le vide dans la caisse à l'aide d'un tube de plomb que l'on vissait sur la machine pneumatique, on la remplissait avec un fluide élastique; puis, en ouvrant le bouchon à vis, l'écoulement du gaz qui faisait parler le tuyau continuait sous la pression constante de l'atmosphère, sans que l'air extérieur pût se mêler avec le gaz intérieur; après avoir pris l'unisson du ton fondamental donné par chaque fluide élastique, lorsque le tuyau était ouvert, on introduisait le piston, pendant que l'écoulement du gaz et le son se prolongeaient, jusqu'à ce que l'on eût obtenu le ton primitif;

Digitized by Google

alors l'enfoncement de la tige permettait, dans chaque cas, de connaître la position de la force nodale. »

«Avec les gaz les plus différens par leurs propriétés physiques, tels que le gaz hydrogène et le gaz acide carbonique, la surface nodale était exactement à la même place. J'ai vérifié ce fait capital sur six gaz différens. En conséquence il suffit de constater les nombres de vibrations correspondans aux tons obtenus des mêmes tuyaux parlans successivement avec tous les fluides élastiques, ces nombres exprimeront les rapports des vitesses du son dans les divers fluides. On pourra donc déterminer par un calcul très-simple, le rapport de la chaleur spécifique à pression constante, à la chaleur spécifique à volume constant, pour tous les fluides élastiques, autres que l'air atmosphérique; ce rapport étant connu pour ce dernier fluide, par la comparaison de la vitesse réelle et de la vitesse calculée d'àprès la formule de Newton.

La table suivante présente les résultats relatifs à six fluides élastiques.

Digitized by Google

| NOMS des FLUIDES ÉLASTIQUES | TONS DONNÉS PAR le même TUYAU de 60 centig. | Nombre de vibrations en une seconde sexag. | Température, thermomètre centig. | Nombres adoptés dans le calcul pour la densité du fluide. | Vitesse de propagation du son, à la température de 0°, d'après la formule de Newton. | Vitesse de propagation du son, à la température 0° déduite du ton donné par chaque fluide. | Rapport de la chal. spéc. à pression constante, à la chaleur spécifique à volume constant. | Chaleur spécifique à volume constant, celle de l'air étant prise pour unité. | Chaleur spécifique à pression constante, celle de l'air étant prise pour unité. | Chaleur spécifique à pression constante, d'après les observations de Laroche et Bérard. | Élévation de température produite par une condensat. d' $\frac{1}{267}$ du vol. primit. supposé à 0° et à 0m,76. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Air atmosphérique. | *ut*₁ méd. | 500,4 | 22° | 1 | m. 279,29 | m. 333 | 1,421 | 1 | 1 | 1 | 0°,421 |
| Gaz oxigène...... | + *si*₁..... | 474,9<br>475,2<br>474,5 | 21 | 1,1026 | 266 | 317,17 | 1,415<br>1,417<br>1,413 | 1 | 1 | 0,976 | *id.* |
| Hydrogène...... | — *si*3..... | 1883,6<br>1881 | 17 | 0,0688 | 1064,8 | 1269,5 | 1,409<br>1,405 | 1 | 1 | 0,903 | *id.* |
| Acide carbonique. | *sol*₁.... | 393,18<br>392,68 | 22<br>20,5 | 1,524 | 226,24 | 261,6 | 1,337<br>1,340 | 1,249 | 1,175 | 1,258 | 0,337 |
| Oxide de carbone. | + *ut*₁..... | 501,3<br>503,07 | 15 | 0,974 | 283 | 337,4 | 1,423<br>1,433 | | 1 | 1,034 | 0,423 |
| Oxide d'azote.... | *sol*₁.... | 392,7 | 20,5 | 1,527 | 226 | 261,9 | 1,343 | 1,227 | 1,16 | 1,35 | 0,343 |
| Gaz oléfiant..... | — *si*₁..... | 466,9 | 16 | 0,981 | 281,99 | 314 | 1,240 | 1,754 | 1,531 | 1,553 | 0,240 |
| n° 1. | n° 2. | n° 3. | n° 4. | n° 5. | n° 6. | n° 7. | n° 8. | n° 9. | n° 10. | n° 11. | n° 12. |

Les nombres qui marquent le rapport des deux chaleurs spécifiques sont tous plus grands que l'unité, ce qui doit toujours être, puisque c'est la chaleur spécifique à volume constant que l'on suppose=1, et que la quantité de chaleur nécessaire pour produire une même élévation de température avec dilatation est toujours plus grande que celle qu'il faudrait pour accomplir la même variation de température sans changement de volume. Ainsi, la chaleur nécessaire pour faire varier d'un degré une certaine masse de gaz, d'air par exemple, lorsque son volume reste invariable, étant prise pour unité, la chaleur nécessaire pour produire une élévation de 1° dans la même masse, libre de se dilater sous sa pression primitive, serait 1,421; et son volume augmenté de $\frac{1}{267}$, si l'on partait de la température 0°. Maintenant, supposons que, après avoir subi ce changement de température et de volume, la masse soit instantanément réduite à son volume primitif sans éprouver aucune perte de chaleur, l'élévation de température qui se manifestera sera due tout entière à la portion de chaleur correspondante au seul changement de volume, à la quantité de chaleur qu'absorberait la même masse en se dilatant de $\frac{1}{267}$, sans changer de température; et comme la capacité, sous le volume primitif, est prise pour unité, l'excès 0,421 du premier nombre sur l'unité sera la mesure de l'effet *thermométrique* produit dans la masse, sous un volume constant, par la chaleur que dégagerait une compression équivalente à $\frac{1}{267}$. Le même raisonnement s'applique à tous les autres fluides élastiques, et l'on peut ainsi comparer les élévations de température qui résulteraient, dans tous ces corps, d'une même compression.

On voit que pour les gaz oxigène, hydrogène et pour l'air, c'est-à-dire pour les gaz simples, le rapport des deux chaleurs spécifiques est, à fort peu près, le même.

La fraction que ces nombres comprennent pouvant être regardée comme exprimant l'élévation de température produite dans ces fluides par une condensation subite de $\frac{1}{267}$ de leur volume à 0°; on en conclurait donc que ces gaz, en subissant une même condensation, éprouvent une même *élévation de température*; or, s'il est reconnu que les gaz élémentaires ont la même chaleur spécifique sous une pression constante (*Annales de Chimie et de Physique*, Tom. X, p. 406), la manière la plus simple et la plus



Digitized by Google

probable de beaucoup d'interpréter ce résultat, c'est d'admettre que la chaleur spécifique de ces gaz à volume constant est aussi la même, et que tous ces fluides dégagent une même *quantité absolue de chaleur* pour une condensation égale. Quant aux autres substances gazeuses, on voit que le rapport des 2 chaleurs spécifiques devient en général d'autant plus petit, que le gaz auquel appartient ce coëfficient, possède une capacité plus grande; par conséquent, l'*élévation de température* produite, dans ces divers gaz, par une même condensation, est d'autant plus faible que la chaleur spécifique est plus grande.

On est ainsi conduit à rechercher si ces différences de température ne proviendraient pas *uniquement* de la différence de capacité des divers fluides. Les rapports qui résulteraient de cette supposition entre les chaleurs spécifiques des quatre gaz composés sur lesquels j'ai opéré, se lisent dans la neuvième colonne du tableau précédent; et, en calculant, toujours dans la même hypothèse, les chaleurs spécifiques sous une pression constante, on trouve des nombres qui diffèrent très-peu de ceux qu'ont obtenus, par des observations directes, Bérard et Laroche, ainsi qu'on peut le voir en confrontant les colonnes 10e et 11e du tableau de la page 208 (1).

Il en serait donc des gaz composés comme des gaz simples,

(1) Si l'inégalité des effets thermométriques, produits dans tous les gaz par un même changement brusque de densité, dépendait seulement d'une différence de capacité, les variations de température correspondantes devraient être, en raison inverse, des chaleurs spécifiques, *à volume constant.* Ainsi, par exemple, les variations correspondantes de température éprouvées par l'air et l'acide carbonique étant 0,421 et 0,337, le rapport des chaleurs spécifiques de ces deux fluides, à volume invariable, serait obtenu par la proportion $0,421 : 0,337 :: x : 1$, qui donne $x = 1,249$. La capacité de l'acide carbonique serait donc d'un quart plus grande que celle de l'air, lorsque les volumes ne peuvent pas changer. Mais, si l'on comparait les capacités des deux mêmes corps sous une pression constante, leur rapport se trouverait, en ajoutant 0,421 aux deux termes du précédent; et, si l'on prend encore pour unité la chaleur spécifique de l'air sous une pression constante (en remarquant bien que cette unité n'a plus la même valeur que précédemment, quoiqu'elle se rapporte au même corps), on trouvera la capacité de l'acide carbonique par cette proportion, $1,421 : 1,249+0,421 :: 1 : x = 1,175$. Les autres nombres ont été obtenus de la même manière.

et nous serions conduits à cette loi générale remarquable par sa simplicité, savoir : 1° *que des volumes égaux de tous les fluides élastiques pris à une même température et sous une même pression, étant comprimés ou dilatés subitement d'une même fraction de leur volume, dégagent ou absorbent la même* QUANTITÉ ABSOLUE DE CHALEUR ; 2° *que les variations de* TEMPÉRATURE *qui en résultent sont en raison inverse de leur chaleur spécifique à* VOLUME CONSTANT. »

M. Dulong, en terminant, annonce qu'il examinera dans un second mémoire les altérations qui surviennent dans la valeur des coëfficiens qu'il a déterminés, lorsqu'on fait varier la température et la pression ; qu'il recherchera aussi les lois de la chaleur spécifique des gaz composés relativement à leur composition, et qu'il s'occupera des vapeurs. C. S.

110. NOTE SUR LA RELATION ENTRE LES CHALEURS SPÉCIFIQUES DES GAZ COMPOSÉS, et celles de leurs gaz composans, qui résulte des observations de M. Dulong ; par M. AVOGADRO.

Dans un mémoire publié dans la *Biblioteca italiana*, décembre 1816 et janvier 1817, j'ai cherché à établir cette relation en prenant pour base les expériences de Bérard et de De la Roche sur les chaleurs spécifiques des gaz, et dans plusieurs mémoires postérieurs, sur les conséquences que j'ai cru pouvoir en déduire, pour la détermination de ce que j'appelais l'*affinité des corps pour le calorique*, et par là de leur *nombre affinitaire* ; j'ai toujours insisté sur le peu de probabilité qu'il y avait à admettre dans ces expériences des erreurs aussi considérables, que l' aurait exigé la supposition de l'égalité de chaleur spécifique de tous les gaz à volume égal, adoptée par quelques physiciens. Maintenant, d'après les expériences de M. Dulong (Voy. l'art. précédent) sur les tons que les différens gaz donnent par leurs vibrations sonores, et par là sur la vitesse avec laquelle le son s'y propagerait, il paraît qu'on doit admettre que les volumes égaux des gaz simples, tels que l'oxigène, l'hydrogène et l'azote, entre lesquels Bérard et De la Roche n'avaient trouvé que des différences peu considérables, ont tous en effet la même chaleur spécifique, tant sous pression constante, que sous volume constant ; mais que les gaz composés ont en général des chaleurs spécifiques différentes ; soit

entre eux, soit par rapport aux gaz simples, et qui ne s'écartent pas entièrement de celles qui leur avaient été attribuées par Bérard et De la Roche. A la vérité, les expériences de M. Dulong ne donnent immédiatement que le rapport des deux chaleurs spécifiques à pression constante, et à volume constant, pour chaque gaz, et par là l'accroissement de température pour une compression donnée; mais elles ont rendu en même temps probable que la quantité de calorique, dégagée par des compressions égales, est la même dans tous les gaz; ce qui a permis à M. Dulong d'en déduire les valeurs des chaleurs spécifiques même, celles à volume constant étant dès-lors en raison inverse des élévations de température que ces compressions produisent dans les différens gaz.

Cela posé, il est naturel d'examiner jusqu'à quel point la loi que j'avais déduite des résultats de Bérard et de De la Roche, pour la relation entre les chaleurs spécifiques des gaz simples et celles des gaz composés, s'accorde avec les nouveaux résultats de M. Dulong.

Cette relation, telle que je l'avais exprimée dans le mémoire cité et dans l'extrait que j'en ai donné dans ce *Bulletin* (février 1827) consiste en ce que la valeur du carré de la chaleur spécifique d'un gaz composé à volume égal, peut être calculée par les nombres entiers ou fractionnaires des molécules de gaz simples, qui composent sa molécule intégrante, ou, ce qui revient au même, par les nombres de volumes de gaz simples qui entrent dans un volume de gaz composé, en prenant la somme des produits de ces nombres par les carrés des chaleurs spécifiques propres à chaque gaz composant; c'est d'après cette propriété que j'avais considéré le carré de la chaleur spécifique d'un gaz quelconque, simple ou composé, à volume égal, comme représentant le *pouvoir abstractif de la molécule de ce gaz pour le calorique*. Selon cette loi, pour avoir la chaleur spécifique d'un gaz composé, d'après celles de ses gaz composans à volume égal, il n'y avait qu'à élever ces dernières au carré, à former ensuite la somme des produits dont je viens de parler, et à extraire enfin la racine carrée de cette somme.

Maintenant, selon les expériences de M. Dulong, la chaleur spécifique de tous les gaz simples à volume égal étant 1, en prenant pour unité celle de l'air atmosphérique, qui n'est lui-

Digitized by Google

même qu'un mélange de deux gaz simples, et son carré étant par conséquent aussi toujours égal à l'unité, cette règle se simplifie dans son application, et se réduit à dire que la chaleur spécifique d'un gaz composé, à volume égal, ou pour chaque molécule ou atôme, est exprimée par la racine carrée de la somme des nombres entiers ou fractionnaires de volumes ou de molécules des gaz simples qui concourent à former un volume ou une molécule de gaz composé; ou que le carré de la chaleur spécifique du gaz composé est égal à cette somme.

Or, cette règle se vérifie avec une exactitude presque mathématique pour les résultats des expériences de M. Dulong, pourvu qu'on la rapporte, non aux chaleurs spécifiques à pression constante, comme je l'avais fait en l'appliquant aux observations de Bérard et De la Roche, qui ne donnaient que celles-ci, mais aux chaleurs spécifiques sous volume constant.

C'est ce qu'on peut vérifier aisément dans les quatre gaz composés dont la chaleur spécifique a été déterminée par les observations du M. Dulong, et qui avaient aussi fait l'objet de celles de Bérard et De la Roche, savoir l'acide carbonique, l'oxide de carbone, le protoxide d'azote et le gaz oléfiant, d'après ce qu'on sait, ou qu'on peut supposer le plus probablement sur leur composition en volumes gazeux.

Ainsi, pour l'acide carbonique, en supposant qu'un volume de ce gaz soit formé de 1 volume d'oxigène et $\frac{1}{2}$ volume de vapeur de carbone, la somme des nombres de molécules d'où doit dépendre sa chaleur spécifique selon notre règle, sera $1+\frac{1}{2}$ ou 1,5, et sa chaleur spécifique, en prenant celle de l'air pour unité à volume égal, sera $\sqrt{1,5}=1,225$. Le résultat donné par les observations de M. Dulong, pour la chaleur spécifique à volume constant de ce gaz, est de 1,249, ou plus exactement par la moyenne des deux observations 1,243. Il suffirait, pour que le résultat de l'observation coincidât exactement avec celui de notre règle, selon les bases adoptées par M. Dulong, que l'élévation de température produite par la condensation de $\frac{1}{267}$ eut été de $\frac{0^{\circ},421}{0,225}$ (0,421 étant cette élévation pour l'air), ou 0°,344, au lieu que M. Dulong l'a trouvée 0°,339, ou autrement le rapport des deux chaleurs spécifiques à pression constante, et à volume constant, pour ce gaz, au-

rait dû être 1,344 au lieu de 1,339; la différence de ces deux nombres n'est que 0,005, fraction sur l'exactitude de laquelle on ne peut compter dans les observations, selon M. Dulong lui-même, puisqu'il en a trouvé de semblables dans les gaz simples, dont il considère l'égalité de chaleur spécifique comme établie.

Pour le gaz oxide de carbone, un volume de ce gaz étant supposé formé de $\frac{1}{2}$ volume de gaz de carbone et $\frac{1}{2}$ volume de gaz oxigène, le nombre auquel notre règle se rapporte sera $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$, et par conséquent sa chaleur spécifique $\sqrt{1} = 1$, ou la même que pour les gaz simples. Les observations de M. Dulong auraient donné 0,984 pour la chaleur spécifique de ce gaz à volume constant; mais M. Dulong regarde lui-même la petite différence entre cette fraction et l'unité, comme due aux erreurs des expériences. En effet, il aurait suffi pour avoir 1 juste, que l'on eût trouvé 1,421 pour le rapport des deux chaleurs spécifiques dans ce gaz, comme dans l'air, au lieu que les observations ont donné 1,423, ou plus exactement par une moyenne 1,428.

Un volume de gaz oléfiant étant supposé renfermer un volume de gaz de carbone et 2 volumes d'hydrogène, le nombre qui détermine la chaleur spécifique, selon notre règle, est de $1 + 2 = 3$, et la chaleur spécifique doit être $\sqrt{3} = 1,732$. Selon les observations de M. Dulong, la chaleur spécifique de ce gaz à volume constant, est 1,754; pour qu'il y eût accord exact, il suffirait que le rapport des deux chaleurs spécifiques pour ce gaz eût été trouvé 1,243 au lieu de 1,240, différence tout-à-fait négligeable.

Enfin, un volume de gaz protoxide d'azote étant formé de $\frac{1}{2}$ volume d'oxigène et 1 volume d'azote, le nombre qui détermine sa chaleur spécifique, selon notre règle, sera 1,5, et sa chaleur spécifique $\sqrt{1,5} = 1,225$, comme pour l'acide carbonique; c'est ce dont l'observation a approché ici encore de plus près que pour l'acide carbonique; elle a donné 1,227; pour qu'on eût eu 1,225 juste, il aurait fallu qu'on eût trouvé 1,344 pour le rapport des deux chaleurs spécifiques dans ce gaz; l'observation a donné 1,343.

Ainsi, toutes les observations de M. Dulong confirment pleinement notre règle, simplifiée comme ci-dessus, et rapportée

Digitized by Google

aux chaleurs spécifiques à volume constant. On observera que la relation entre la chaleur spécifique à pression constante des gaz composés, et celle de leurs gaz composans, s'en déduit ensuite aisément, en admettant avec M. Dulong, que la quantité de calorique dégagée par une même compression soit la même pour tous les gaz, simples ou composés; car en appelant C la chaleur spécifique sous volume constant, celle sous pression constante sera dans ce cas $C' = \frac{C + 8,421}{1,421}$. On en tire pour C′ des valeurs qui ne sont pas très-différentes de celles qui résultaient des expériences de Bérard et De la Roche, comme M. Dulong l'a fait remarquer.

Il paraît qu'on pourra aussi prédire, d'après ce qui précède, sans crainte d'erreur, quelles seront les chaleurs spécifiques qu'on trouvera aux autres gaz composés, sur lesquels on n'a pas encore d'observations précises, en partant de celles de leurs gaz composans. Ainsi, celle de la vapeur d'eau à volume constant sera encore $\sqrt{1+\frac{1}{2}} = 1,225$ comme pour l'acide carbonique et le gaz oxide d'azote, et à pression constante par conséquent $\frac{1,225 + 0421}{1,421} = 1,158$; cette dernière n'est pas très-différente de 1,137 que je lui avais attribuée dans mes mémoires, d'après sa composition, et les expériences de Bérard et De la Roche, relatives à l'hydrogène et à l'oxigène, regardant comme entièrement fautive la détermination directe 1,96, que Bérard et De la Roche avaient cru pouvoir déduire de leurs observations sur la vapeur d'eau.

M. Dulong dit dans son mémoire, qu'il examinera dans un autre mémoire, d'après les résultats qu'il trouvera pour un plus grand nombre de gaz, les lois de la chaleur spécifique des gaz composés relativement à leurs composans; mais que les quatre exemples ci-dessus s'accordent avec la loi qu'il a annoncée relativement à la capacité des corps composés pour le calorique, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, Tom. 10e (mars 1819). Cette annonce consistait simplement à dire: *qu'il avait trouvé qu'il y avait toujours une relation simple entre la chaleur spécifique des corps composés, et celle de leurs atômes élémentaires.* On vient de voir que, pour les gaz, cette relation est telle que je l'avais établie dès l'année 1816; mais je doute que cette relation soit applicable aux corps non gazeux.

Digitized by Google

J'ai déjà rappelé que, dans le mémoire cité, j'ai considéré le carré de la chaleur spécifique des corps gazeux comme représentant le pouvoir attractif de la molécule gazeuse pour le calorique. D'après cette idée, en le divisant par la masse de la molécule, ou par la densité du gaz, on devait obtenir l'expression de l'affinité particulière de sa substance pour le calorique. J'ai été conduit par là, dans plusieurs mémoires consécutifs, dont on trouve aussi l'extrait dans la note citée (*Bulletin*, février 1827), à construire une table des affinités de plusieurs substances pour le calorique, que j'ai cru en outre pouvoir identifier avec leurs *nombres affinitaires*, c'est-à-dire avec les nombres qui marqueraient la place des différens corps dans la série électro-chimique, d'où dépendent leurs affinités entre eux. Mais maintenant, d'après le fait résultant des observations de M. Dulong, que pour tous les gaz simples la chaleur spécifique est la même, il devient très-douteux que le carré de la chaleur spécifique des gaz soit réellement l'expression d'un pouvoir attractif de la molécule pour le calorique. Cette égalité de chaleur spécifique, à volume égal, paraîtrait être une suite de l'individualité même des molécules, ou de l'égalité du nombre des molécules partielles qui les composent dans les gaz simples, ensorte que ce ne serait qu'autant que ce nombre de molécules partielles viendrait à changer, comme dans la plupart des gaz composés, que la chaleur spécifique viendrait à changer aussi, tandis que, dans ceux où, comme dans le gaz oxide de carbone, le nombre de molécules partielles reste le même, la chaleur spécifique serait encore la même que dans les gaz simples, malgré l'hétérogénéité de ces molécules partielles. On dirait alors qu'à égalité de température et de pression, par quelque raison dépendante de la constitution même des molécules gazeuses, chaque molécule partielle a une égale aptitude à prendre du calorique par un accroissement égal de température, quelle que soit d'ailleurs la force attractive que cette molécule, par sa masse et par la nature de sa substance, exerce sur le calorique et de manière cependant que la chaleur spécifique ne soit que comme la racine carrée du nombre de molécules partielles qui composent une molécule gazeuse. Dans ce cas, les chaleurs spécifiques des gaz ne nous apprendraient réellement rien sur l'affinité des corps pour le calorique, ni sur leur nombre affinitaire.

Digitized by Google

Il faudrait donc recourir à d'autres moyens pour établir ces nombres, ou se contenter des pouvoirs neutralisans déduits des simples considérations chimiques, et tels que j'ai cherché à les déterminer exactement pour quelques corps dans mon dernier mémoire à l'Académie de Turin, dont j'ai donné un extrait dans le cahier de juillet dernier de ce Bulletin.

111. Extrait d'une notice sur les lunettes vitro-cristallines, inventées en juillet 1828, par M. Cauchois, opticien à Paris.

Ces lunettes, dit l'auteur, se distinguent des autres par un changement dans les matières diaphanes qui servent à la formation des images. J'ai pu, sans nuire à la netteté, augmenter la clarté et diminuer considérablement la longueur de l'instrument.

Tout le monde sait que les objectifs des lunettes achromatiques sont composés de deux substances transparentes qui ont la propriété de former, à leur foyer commun, des images sensiblement exemptes des couleurs de l'iris. L'expérience a prouvé que les matières les plus favorables, sous le rapport de la facilité de leur emploi et de la durée des instrumens, sont le crownglass et le flintglass. La difficulté de trouver des disques assez purs de ces deux verres, et surtout du flintglass, a donné lieu aux recherches faites par plusieurs savans pour remplacer ce dernier par des liquides. Il y a quarante ans, quelques essais ont été tentés avec succès par le docteur Blair. Ils ont été renouvelés récemment par Fresnel; mais, jusqu'à présent, les lunettes à liquide ne se sont pas multipliées : on a vu, au contraire, les savans recommander la fabrication du flintglass, et les académies proposer des prix pour la perfectionner.

Malgré tous ces encouragemens, on s'est servi partout de crownglass et de flintglass à peu près de même nature depuis la découverte de l'achromatisme jusqu'en 1810, époque à laquelle M. *Guinand père*, de Neuchâtel en Suisse, parvint non-seulement à faire des disques de flintglass d'un diamètre qu'on n'avait pas encore obtenu, mais à lui donner une grande pureté, avec une pesanteur spécifique de 36. Cette circonstance rendait son verre préférable à celui des autres fabriques, parce qu'elle devait favoriser le raccourcissement des lunettes.

Digitized by Google

Les géomètres les plus célèbres ont sans cesse cherché des courbures susceptibles de rendre ces instrumens plus parfaits, c'est-à-dire de leur faire produire le plus grand effet possible dans les moindres dimensions. Mais, quoique des opticiens aient réussi à construire, de temps en temps, des objectifs d'une large ouverture et d'un foyer assez court, et quoiqu'on y ait trouvé des avantages, la nécessité de livrer les lunettes à des prix modérés a fait adopter dans l'usage des diamètres moins grands, même à Munich, dans un établissement fondé à grands frais, sous la direction de Reichenbach, et dans lequel on employait exclusivement le flintglass Guinand. Depuis que ce flintglass est connu, il a toujours été assez rare en France, et plus encore en Angleterre.

Tandis qu'on travaillait à obtenir du flintglass plus pur et plus dense, comme moyen de perfectionner les objectifs achromatiques, personne ne pensait à remplacer le crownglass; et cependant la matière qu'on peut lui substituer permet de donner aux lunettes plus de netteté, plus de clarté et moins de longueur, sans amener une augmentation considérable de main-d'œuvre et de prix. Je veux parler du cristal de roche, qui, travaillé convenablement, produit tous ces avantages. Il est étonnant que cette substance n'ait jamais été employée dans ce but, tandis qu'elle a été taillée de mille manières pour l'usage des physiciens en général et la construction des micromètres en particulier.

Pour donner une idée précise de l'emploi des crownglass et flintglass connus, je vais comparer les uns aux autres, sous le rapport de la longueur focale, les objectifs qu'on en peut former en assujettissant chaque verre à certaines conditions semblables. Je prendrai pour base les fameuses lunettes de 3 pouces et demi de diamètre, et de 42 pouces de foyer, que Jean Dollond exécuta peu de temps après sa découverte, faite en 1758. On remarque dans leurs objectifs que les angles prismatiques, formés aux bords des verres par les courbures de leurs surfaces, sont, pour le crownglas d'Angleterre, de 12° 21′ 5″, et, pour le flintglass, de 8° 40′ 22″. On pourrait, en se servant du même flintglass, employer le verre des glaces d'appartement : au moyen de cette substitution, le foyer serait réduit de 42 pouces à 40. Mais, si l'on ne tient pas compte d'une

différence peu considérable, que l'on conserve le crownglass anglais, préférable sous d'autres rapports, ou quelqu'autre verre ayant des qualités analogues, et que l'on substitue au flintglass anglais celui de Guinand, en employant toujours les mêmes valeurs prismatiques, le foyer sera réduit à 36 pouces, perfectionnement précieux, qui contribue, soit à faire des lunettes plus courtes, soit à leur donner plus de netteté, en leur conservant leur longueur habituelle, parce qu'alors les angles sont moins ouverts, c'est-à-dire que les courbures des surfaces ont des rayons plus longs.

Si en conservant le flintglass anglais ou tout autre de densité semblable, l'on remplace la seconde substance par le cristal de roche, toujours avec les mêmes effets prismatiques pour la première, on reconnaît que le foyer est reduit à 28 pouces 3 lignes. Enfin, le cristal de roche, uni au flintglass Guinand, réduit le foyer à 25 pouces, en laissant au diamètre de l'objectif les 3 pouces et demi que Dollond lui avait donnés. L'on peut compter que, faites avec le même soin, avec la même perfection de travail, les lunettes *vitro-cristallines*, à grossissement égal, feront voir les objets avec la même netteté, et que la clarté sera augmentée dans la proportion de la différence de diaphanéité qui existe entre le meilleur crownglass, qu'on sait être plus ou moins verdâtre, et le cristal de roche, qui est au contraire d'une blancheur inimitable.

Quoique Dollond ait exécuté un grand nombre de lunettes sur les mesures que j'ai prises pour base de mes comparaisons, néanmoins, pour obtenir des succès plus faciles et diminuer le prix de ses lunettes, il réduisit, dans ses fabrications habituelles, à 31 ou 32 lignes le diamètre de ses objectifs de 42 pouces de foyer. D'après les calculs cités plus haut, on voit que l'emploi du cristal de roche et du flintglass anglais, ou de tout autre de même densité, permettrait de donner *très-facilement* 28 pouces de foyer à un objectif de 32 lignes de diamètre, tandis qu'avec les matières ordinaires, les lunettes de dimensions analogues sont très-rares et d'un prix très-élevé, qui atteste les difficultés qu'il a fallu vaincre pour les obtenir.

Quand ce résultat serait le seul avantage de l'emploi du cristal de roche, il semble que cette innovation mériterait un accueil favorable, puisqu'elle détermine un perfectionnement

Digitized by Google

qui a été le but de tous les efforts des constructeurs, des calculs des savans, et l'objet constant des désirs de tous ceux qui font usage des instrumens d'optique. Mais plusieurs autres considérations viennent ajouter au mérite principal de cette invention. On a vu que, par la substitution du cristal de roche au crownglass, la longueur des lunettes astronomiques pouvait être réduite d'un tiers, de 42 pouces à 28, et de 36 pouces à 25, par exemple; mais, dans les lunettes terrestres, la réduction est plus considérable. Dans ces lunettes, avec des objectifs de plus court foyer, il faut, pour obtenir le même grossissement, des oculaires de foyer plus court. Si l'on veut imiter l'effet d'une lunette déterminée, on peut encore, attendu la différence de clarté, employer un diamètre plus petit, ce qui conduit à réduire la largeur de l'objectif d'un huitième, et la longueur totale de l'instrument de moitié.

La dureté du cristal de roche, qui est un obstacle au travail de ses surfaces, ou, pour parler plus exactement, qui rend ce travail un peu plus long, devient une circonstance utile à leur conservation. En effet, tous les verres, à l'exception d'un seul, étant en cristal de roche, les surfaces ne seront plus exposées aux altérations que l'usage amenait nécessairement pour les autres.

L'introduction du cristal de roche dans les lunettes prouve qu'il peut, à plus forte raison, recevoir des applications moins importantes, en prenant, sous la main de l'ouvrier, la forme de loupes ou de verres de besicles, pourvu qu'il soit taillé convenablement, précaution dont on a tenu jusqu'à présent trop peu de compte dans la fabrication.

J'ai montré l'avantage de la substitution du cristal de roche au meilleur crownglass dans les objectifs achromatisés avec le flintglass: on obtiendra encore un avantage analogue par la substitution d'un liquide au flintglass.

On objectera peut-être que le cristal de roche ne saurait remplacer complètement le crownglass, parce qu'il serait impossible de trouver des masses assez considérables pour convenir aux grands disques de flintglass que l'on peut obtenir. Je répondrai que, l'emploi du cristal de roche une fois abandonné dans la confection des lustres et des glaces de portrait, cette matière était presque sans usage, et que, par conséquent, il y avait peu

Digitized by Google

d'intérêt à la rechercher, mais que mon invention va en faire sentir le besoin, peut-être en augmenter le prix et la rendre plus abondante dans le commerce. Il paraît qu'il en existe beaucoup dans les Alpes, au Brésil et à Madagascar. Sûrs du débit, les négocians de ces contrées feront quelques frais pour en réunir, et en envoyer dans les lieux où il sera employé. Quoiqu'il en puisse être, on sera loin d'en manquer pour les lunettes usuelles.

## MÉTÉOROLOGIE.

112. SUR LA GRÊLE; par L. IDELER. (*Annalen der Phys. und Chemie*; n° 7, 1829, p. 439.)

L'auteur, pour mieux faire comprendre son opinion sur la cause de la production de la grêle, cite les différentes théories qui ont été admises jusqu'ici, et les examine les unes après les autres. L'explication généralement adoptée avant lui, à l'aide de laquelle on tâchait d'expliquer le phénomène de la production de la grêle, consistait à dire que l'électricité accumulée dans les nuages favorisait l'évaporation des masses d'eau précipitées, et produisait du froid qui effectuait la congelation des gouttes de pluie; mais cette manière de voir est insuffisante et doit être rejetée. Car, d'une part, il est démontré que l'électricité n'est pas un agent propre à l'évaporation; que l'eau électrisée, aussi bien que celle qui ne l'est pas, produit de la vapeur en même quantité et d'une force expansive égale dans des circonstances d'ailleurs pareilles (voyez Erman, Muncke). D'un autre côté, la manière de considérer l'électricité atmosphérique, d'après cette explication, est tout-à-fait insuffisante.

Les deux autres sont celles de Volta et de Léopold de Buch. Volta pense que la chaleur du soleil peut effectuer l'évaporation des vapeurs vésiculaires qui composent les nuages, ou du moins la surface de la pellicule qui entoure ces vésicules, et que, par ce moyen, il peut se produire un degré de refroidissement suffisant pour la congelation. Une théorie à peu près semblable à celle-ci a été proposée déjà par M. Gay-Lussac, lors-

qu'il attribuait la formation de la grêle au froid produit par la chaleur rayonnante de la surface supérieure des nuages. En considérant rigoureusement cette explication un peu vague, on voit d'abord que réellement on ne peut pas parler d'une surface des nuages, et que l'opinion de Gay-Lussac, au reste, se réduit à celle de Volta. Mais considérons combien il faudrait de ces vésicules pour produire la masse des vapeurs gazéiformes nécessaires à la production du froid convenable, et combien il en faudrait pour produire un morceau de grêle seulement d'1″ de diamètre. (Selon Kratzenstein, l'épaisseur de la pellicule d'eau est : 0″,000002, et, selon Saussure, le diamètre de toute la vésicule est au maximum seulement de 0″,00036.) Il résulte de là bien évidemment que le nuage qui doit produire la grêle doit nécessairement être composé d'eau sous forme de vapeurs, c'est-à-dire d'eau condensée, comme cela a lieu dans la formation de l'arc-en-ciel; mais que dans un état tel le nuage ne peut s'évaporer par la chaleur du soleil, et par conséquent ne peut produire un degré de froid nécessaire pour la formation de la grêle, c'est ce qui est assez clair par le seul fait donné par M. Arago. (La tempête de grêle qui s'étendait de la France méridionale jusque dans les Pays-Bas.) Ce phénomène est suffisant pour réfuter l'opinion de M. de Buch, qui considère ce phénomène comme local. La théorie de M. de Buch est fondée sur le principe du courant d'air montant. Dans ces jours où le sol et les couches inférieures de l'air absorbent beaucoup de chaleur, ces dernières sont chauffées en partie immédiatement par l'absorption de chaleur (ce qui est une conséquence de l'extinction de la lumière), en partie par le rayonnement du sol et aussi par sa communication, et elles forment ainsi un courant d'air ascendant, qui amène l'air saturé d'humidité, et plus étendu à une hauteur considérable, dans laquelle il se met en équilibre avec celui qui l'entoure. C'est alors, et peut-être déjà plus tôt, que se précipite une quantité de l'eau en vapeurs, qui tombe sous forme de gouttes, qui, en traversant des couches d'air plus chaudes, se vaporisent, se gèlent, attirent de nouvelles vapeurs; se gèlent de nouveau et forment ainsi le grain de grêle qui est comme un petit glacier, composé moitié de neige, moitié de glace.

Une objection essentielle à cette théorie est celle que, dans

Digitized by Google

les régions équatoriales, il ne tombe presque jamais de grêle dans les endroits situés au-dessous d'une hauteur de 350 toises, et cependant le courant d'air ascendant est presque toujours tout près de la saturation d'humidité. Selon la théorie de M. de Buch, il ne pourrait presque pas du tout, ou du moins très-rarement, tomber de la grêle pendant la nuit, mais des exemples qui constatent le contraire ne sont pas rares. M. de Buch cite le fait, que très-rarement il tombe de la grêle sur les montagnes, et ce phénomène, même dans les climats tempérés, ne peut pas tout-à-fait être nié. La cause, est que les nuages chargés de grêle marchent très-bas, ce qui a été prouvé par Arago par l'intervalle de temps qui se passe entre l'éclair et le tonnerre pendant leur décharge. Si maintenant les nuages de grêle existent à cette hauteur, comment la grêle peut-elle être une conséquence d'un courant d'air ascendant? Plus les nuages de grêle sont suspendus à une distance voisine du sol, plus petite aussi est la durée de temps qui s'écoule entre le moment dans lequel la goutte se sépare du nuage et celui où elle tombe sur le sol. Mais comment se peut-il que dans une minute de chûte, car l'intervalle n'est certainement pas plus long, il puisse se produire, par l'évaporation, une masse de grêle de plusieurs onces, comme cela arrive assez souvent?

M. I. établit ici deux hypothèses dont il aura besoin par la suite; elles ont été démontrées vraies par des physiciens bien connus.

Dans chaque corps isolé de la surface du sol, à une hauteur considérable, il y a une grande tension électrique développée par l'éloignement de la sphère d'activité de la terre, parce que, dans les parties voisines de la surface du sol, cette tension est maintenue par l'action de la terre, tandis que dans les régions supérieures elle s'exerce librement et avec d'autant plus d'expansion, qu'elle se trouve plus éloignée de la sphère terrestre. C'est cette accumulation d'électricité qui détermine le phénomène de l'éclair et du tonnerre dans le courant de vapeurs vertical qui s'élève du cratère des volcans. Cette théorie est due à M. Erman. Voilà pourquoi, aussitôt qu'il se forme à une époque et dans un lieu quelconque un courant d'air, les parties supérieures de cette colonne d'air se trouvent chargées d'électricité négative, et en général l'intensité de l'électricité atmosphérique augmentera à mesure qu'on s'élevera plus haut;

Digitized by Google

Alors la vapeur qui s'élève dans l'air atmosphérique d'une surface d'eau ou de quelqu'autre corps humide, prendra l'électricité négative, ainsi que le nuage qui en résultera. C'est là la cause qui retient suspendus les nuages dans un espace bien moins dense qu'eux; c'est-à-dire qu'ils sont repoussés par la terre en même temps qu'ils le sont par les couches d'air qui leur sont supérieures.

II. L'eau, à l'instant, où elle passe à l'état gazéiforme rend latente une quantité de chaleur qui redevient sensible aussitôt que l'eau reprend son premier état. Ces deux phénomènes ont lieu aussi avec l'électricité. C'est une seconde raison pour laquelle les nuages possèdent de l'électricité négative, tandis que les couches environnantes sont électrisées positivement. Mais si la neutralisation de ces deux électricités n'a pas lieu aussitôt que les vapeurs vésiculaires ont été formées, cela tient au peu de conductibilité de ces vésicules pour l'électricité négative, ce qui a été démontré par Tremery (*Journ. de Phys., etc.*), et dans l'expérience faite avec la carte de Lullin relativement à l'air atmosphérique. L'éclair ne se produit jamais qu'après la formation du nuage, non avant le changement de forme des vésicules, mais toujours après.

Maintenant, aussitôt qu'il se forme dans l'air une condensation, et cela peut avoir lieu de différentes manières, la quantité de chaleur et en même temps l'électricité négative redeviennent libres. L'électricité positive de l'atmosphère se trouve alors neutralisée, les phénomènes électriques ordinaires se produisent, et doivent, comme on le voit d'avance, être suivis de la pluie. Il résulte de cette explication que l'électricité libre n'existe dans les nuages qu'autant que l'eau n'y est plus à l'état de vésicules, mais bien à l'état de vapeurs, et cela vérifierait l'opinion de de Luc et de Saussure, qui pensaient que les nuages n'étaient pas des réservoirs pour l'électricité. La quantité de chaleur, devenue libre par la condensation, a dû faire passer à l'état de vapeurs une portion nouvelle de l'eau condensée. De sorte que, s'il n'y a pas une quantité suffisante de chaleur, ces vapeurs qui commencent à se former, en enlèvent à l'eau déjà condensée; de là résulte la grêle.

Cette vapeur, qui vient de se former, contient de l'électricité après la neutralisation complète, tandis que les parties en-

Digitized by Google

vironnantes sont chargées d'électricité; elle s'élève et forme un nouveau nuage, qui, de nouveau, se trouve également condensé. Il résulte de là qu'aux tropiques très-rarement il peut y avoir production de grêle, parce qu'il y a toujours dans l'atmosphère une quantité de chaleur libre suffisante pour déterminer l'évaporation complète de la portion d'eau qui a pu être condensée; c'est ce qui explique la formation de la grêle semblable à des glaciers, parce que la goutte de pluie, alors chargée d'électricité, n'a pu se changer si rapidement en glace, et que cette goutte, à cause de son électricité négative, malgré sa pesanteur spécifique était suspendue dans l'air et subit alors peu à peu le phénomène que Léop. de Buch adopte. Il pense que les gouttes d'eau, traversant des couches d'air différemment échauffées, éprouvent, par un commencement d'évaporation, la congelation qui donne naissance à la grêle. JÆCKEL.

113. De la composition de l'atmosphère a Casan; par M. Kupffer. *Extrait d'une lettre à M. Arago.* (*Annal. de chimie et physique*; août 1829, p. 423.)

L'analyse de l'air dans tous les lieux où elle a été faite a donné les mêmes proportions; à Casan, entouré d'un côté de pays cultivés, et de l'autre de steppes et des forêts immenses de la Sibérie, où la végétation est sans vie une grande partie de l'année, il aurait pu exister une atmosphère un peu différente. M. Kupffer a obtenu constamment pour 198 parties, une absorption de 171 à 172 parties; ce qui donne 21,0 à 21,2 d'oxigène pour cent.

114. Extrait des observations météorologiques faites a Bruxelles, depuis le 1er janvier 1825 jusqu'au 31 décembre 1826; par M. Kickx. (*Nouv. Mémoires de l'Acad. des sciences de Bruxelles*; Tom. IV, p. 497.)

Dans la 1re partie de son mémoire, l'auteur fait connaître les observations faites à Bruxelles, mais les résultats généraux ne sont pas rapprochés : dans la 2e il présente un relevé des phénomènes les plus remarquables, comme les tremblemens de terre, etc., qui ont été observés dans tous les pays pendant chaque mois.



Digitized by Google

115. Extrait d'un registre météorologique de Rampoor et Kotgurh, en janvier, février et mars 1822; par le capit. Gerard. (*Edinb. Journal of sciences*; janvier 1829, p. 139.)

Rampoor est dans l'Inde à 14 milles anglais au N. E. de Kotgurh, 3398 pieds au-dessus de la mer.

Kotgurh est à 31° 19' latitude nord, et 77° 30' longitude est, et 6,634 pieds au-dessus de la mer.

Les observations barométriques ont toutes été faites à Kotgurh, et celles du thermomètre du 28 au 31 janvier, et du 10 février au 31 mai. A Rampoor on a seulement fait les observations du thermomètre du 17 janvier au 9 février.

| | |
|---|---|
| Résultat général pour les trois mois, | pouces. |
| Hauteur moyenne du baromètre. | 23,625 |
| Maximum. | 23,840 |
| Minimum. | 23,330 |
| Hauteur moyenne du thermomètre. | 46°8 |
| Maximum. | 70°8 |
| Minimum. | 30° |

116. Météore observé a Starodoub, gouvernement de Tchernigof, en Russie.

« Le 8 janvier 1829, vers 7 1/2 heures du soir, le thermomètre de Réaumur marquant 19° au-dessus de zéro, et le ciel étant très-clair, la pleine lune parut dans le centre d'un cercle blanc et lumineux : quatre rayons paraissaient sortir de la lune en forme croix, et se perdaint insensiblement avant d'atteindre la périphérie du cercle. On voyait encore un autre cercle, blanc comme le premier, mais beaucoup plus grand, et dont la périphérie passait par la lune en forme de rayon; ce cercle coupait la lune du nord au sud et s'étendait à l'ouest. On apercevait aux intersections deux points lumineux, semblables à l'arc-en-ciel, presque de la grandeur de la lune; et deux autres du même genre un peu plus petits, fort loin à l'ouest, sur la périphérie du grand cercle, et à la même distance respective que les deux premiers. Dans le centre de ce grand cercle, se trouvait un grand croissant, qui semblait formé par un nuage blanc et tourné vers l'ouest; les bords intérieurs en étaient rougeâtres. Ce phénomène a duré dans tout son éclat

Digitized by Google

presque jusqu'à 10 heures; il a ensuite commencé à disparaître peu à peu, et l'on ne voyait plus rien à deux heures après minuit. » (*Journ. de St-Pétersb.*; 26 février—10 mars 1829, p. 97.)

## CHIMIE.

117. Cours de Chimie générale; par M. Laugier. 3 vol. in-8° avec atlas; prix, 24 fr. Paris, 1829; Pichon et Didier.

Depuis quelques années on a imaginé de sténographier les leçons de plusieurs professeurs, et sous quelque point de vue que l'on considère la question relativement aux droits des auteurs; il en résulte un avantage; c'est la publication de cours qui ne l'eussent probablement ou peut-être pas été par les professeurs eux-mêmes, et qui portent un caractère particulier où l'on retrouve mieux le professeur que dans un ouvrage composé dans le cabinet. Celui que nous annonçons ici a été revu par M. Laugier, ce qui offre un gage de son exactitude; aussi les personnes qui ont suivi les cours de ce professeur distingué, peuvent-elles facilement le retrouver dans cette publication.

Après la définition de la chimie et l'étude de l'affinité, M. L. s'occupe de la lumière et du calorique, dont il étudie les propriétés qui sont plus particulièrement appliquables à la chimie: vient ensuite l'histoire de l'oxigène et de la combustion. M. L. considère toujours celle-ci comme produite par la combinaison de l'oxigène, et ce n'est que par appendice qu'il fait connaître les objections qui ont été faites à cette théorie, et qui certainement ne peuvent plus la laisser subsister. M. L. aurait dû citer l'expérience curieuse de Davy sur la chaleur et la lumière dégagées, dans le vide, par le passage de l'électricité au travers du charbon, et qui s'accorde si bien avec les vues de M. Berzelius sur la combustion.

L'ordre dans lequel M. L. range les combustibles non métalliques nous a paru assez singulier; il n'est basé ni sur l'action de l'oxigène, ni sur les propriétés électriques, ni sur l'analogie des propriétés, comme dans la classification de M.



Digitized by Google

Ampère, ou celle de M. Despretz. Il étudie d'abord l'hydrogène et ensuite le chlore, le bore, le carbone, le phosphore, l'azote, le soufre, le brôme et le silicium.

En parlant de chaque corps, M. L. étudie les combinaisons qu'il forme avec les corps déjà étudiés. L'air atmosphérique et l'ammoniaque sont placés à la suite de cette série de corps.

Pour les métaux, M. Laugier suit en général l'ordre de M. Thénard, auquel cependant il apporte quelques légers changemens; par exemple, il continue à placer le silicium, le zirconium et l'aluminium dans le 1^re^ section, quoique ces métaux ne puissent pas décomposer l'eau et ne se combinent à l'oxigène que dans des conditions particulières. Le fer est placé après l'étain et le cadmium dans la 3^e^ section.

Dans la 4^e^ il y a beaucoup d'inversions : après les métaux acidifiables, viennent le litium, l'urane, le cerium, le tellure, le bismuth, l'antimoine, le cuivre, le cobalt, le nickel, le plomb. A l'histoire de chaque métal, M. L. joint les caractères génériques de ses sels provenant des oxides, et c'est le seul moyen de faire une véritable étude des sels, qu'on ne peut connaître qu'imparfaitement quand on les étudie seulement sous le rapport des acides. Mais nous avons remarqué quelques omissions; par exemple, le caractère important de la précipitation des sels de protoxide de fer par le cyanure rouge de potassium.

Des généralités sur les sels précèdent l'exposé des caractères de ces combinaisons tirées des acides et complètent l'histoire des sels : nous ne savons pas pourquoi ils ne sont pas étudiés, dans le même ordre qui avait été suivi pour l'étude des acides que nous avons donné plus haut. Les sulfates sont placés les les premiers, puis les sulfites. M. Laugier ne parle pas des hypo-sulfites et hypo-sulfates. Viennent ensuite les nitrates, les hypo-nitrites, les chlorures, les chlorures d'oxides, les sulfures, les hydro-sulfates de sulfures, les phosphates, les hypo-phosphates et les phosphites, les borates, fluates et les carbonates.

Après les généralités, M. L. étudie les sels principaux formés par chaque acide, ce qui complète bien l'histoire de ce genre de combinaisons.

A l'article des chlorures d'oxide, M. L. dit quelques mots de leur préparation et ne fait pas connaître leur mode d'action sur

Digitized by Google

les miasmes putrides, et ne parle pas de leur composition présumée par M. Berzelius, que les dernières expériences de M. Liebig ont à-peu-près mis hors de doute.

Après des généralités sur les substances végétales, M. L. fait connaître avec détail le procédé de MM. Gay-Lussac et Thénard pour leur analyse par le chlorate de potasse; celle par l'oxide de cuivre n'est exposée qu'à l'article des substances animales.

Les substances végétales sont divisées en substances neutres, oxigènées ou acides, hydrogènees, et en substances contenant de l'azote.

Cette classification, à laquelle avaient conduit les travaux de MM. Gay-Lussac et Thénard, ne peut plus être adoptée depuis que l'analyse a prouvé, par exemple, que les acides benzoïque et succinique contiennent un excès d'hydrogène; et par rapport aux matières de la première classe, M. L. étudie avec elle une substance azotée, le gluten, qui aurait dû en être séparée. Du reste, il ne s'occupe que des acides principaux et ne fait l'histoire de l'acide acétique qu'en parlant de la fermentation acide.

Le tannin se trouve placé à la suite du caoutchouc, quoiqu'en admettant l'existence de ce corps, on n'ait pas prouvé qu'il renferme un excès d'hydrogène.

A l'article des éthers, nous avons remarqué que M. L. ne parle pas des résultats obtenus par Hennell et des beaux travaux de M. Sérullas.

Quelques généralités précèdent aussi l'étude des substances animales; à l'article de leur analyse par l'oxide de cuivre, M. L. ne parle pas de l'ingénieux appareil employé par MM. Gay-Lussac et Liebig pour ce genre d'expériences, et qui rend si facile cette opération importante.

En s'occupant de l'histoire du sang, de la bile, du lait, des urines, M. L. examine la fibrine, le sérum, le caséum, etc.

Enfin, vient celle de la gélatine, du mucus, du tissu cellulaire, des os, des cheveux, du cerveau, et celle de la fermentation putride.

Une chose nous a paru extraordinaire et ne peut venir que d'un oubli; il n'existe dans le cours que nous annonçons aucun article sur les matières colorantes, classe de corps devenue cependant si importante depuis les travaux de M. Chevreul et

ceux de divers chimistes, comme de MM. Robiquet, Colin, etc.

On nous pardonnera aussi, en passant, de faire remarquer que dans les citations de beaucoup de faits dans la table des auteurs, notre nom ne figure en rien, non point que nous attachions à quelques travaux publiés une valeur illusoire, mais cette omission, nous l'avons remarquée aussi dans d'autres ouvrages.

Malgré quelques observations que nous devions faire dans l'intérêt de la vérité, nous dirons en finissant que le cours de M. L. sera utile à ceux qui veulent étudier la chimie. G. DE C.

118. DIE GRUNDSAETZE DER CHEMIE, etc. — Les principes fondamentaux de la chimie, avec l'application aux arts; par M. J. B. TROMMSDORFF. In-8° de 618 pages, avec pl. lithogr. Erfurt, 1829; Keyser.

119. LEITFADEN ZUR CHEMISCHEN UNTERSUCHUNG DER NATURKÖRPER, etc. — Guide pour l'examen chimique des corps de la nature, destiné aux pharmaciens, aux minéralogistes, aux fabricans, aux médecins légistes, etc.; par le Dr DU MÉNIL. 2 vol. in-8° de 316 et 430 p. Gotha, 1829; Perthes.

120. ENCYCLOPÉDIE ÉLÉMENTAIRE. *Chimie.* In-18 de 7 feuilles. Paris, 1829; Hector Bossange.

Il est impossible d'apprendre la chimie, même ce qui n'est nécessaire qu'aux personnes du monde, en lisant cette espèce de petit catéchisme; nous ne voyons pas à quoi des livres semblables pourraient être utiles. G. DE C.

121. CHEMISCHE FORSCHUNGEN IM GEBIETE DER INORGANISCHEN NATUR. — Recherches chimiques sur les substances inorganiques; par Aug. DU MÉNIL. In-8° de 408 pages. Hanovre, 1825.

Cet ouvrage renferme un grand nombre d'analyses de minéraux; mais comme il n'offre point de méthodes nouvelles et que les minéraux avaient, pour la plupart, été déjà analysés et ne renferment aucun corps nouveau : que, d'ailleurs, ce genre de travaux se refuse à une analyse détaillée, nous nous bornerons à signaler l'existence de cet ouvrage déjà ancien et qui ne nous a été adressé que récemment.

Digitized by Google

122. Théorie de la combustion, et de son influence sur les classifications chimiques; par Purgotti. (*Giornale arcad. delle scienze*; 1828, T. 37, p. 115.)

L'auteur, dans un long article, passe en revue les théories de Stahl et de Lavoisier, et s'attache à prouver que la théorie de la combustion de ce dernier, telle qu'elle avait été conçue par lui, ne peut pas être regardée comme base de la classification, puisque des corps qui ne contiennent pas d'oxigène donnent par leurs combinaisons tous les phénomènes de la combustion. Il s'occupe ensuite de prouver que les explications de Lavoisier sur le dégagement de chaleur et de lumière dans la combustion ne peuvent expliquer tous les phénomènes de ce genre. Cet article n'est, comme on voit, que la réunion d'opinions bien connues et déjà exposées.

123. Observations chimiques par M. Despretz. (*Le Globe*; 23 janvier 1830.—*Annales de chimie et phys.*; février 1830, p. 222-223).

M. Despretz a découvert :

1° Que le nickel, le cobalt, le zinc, l'étain, possèdent, comme le fer, la propriété de décomposer l'eau à la température rouge, et que leurs oxides sont réduits par l'hydrogène à la même température.

2° Que l'acide carbonique se conduit comme l'eau : il est transformé par le zinc et l'étain en oxide de carbone, et ce dernier gaz réduit complètement les oxides de ces trois métaux. Ainsi, voilà un fait, qu'on considérait comme une anomalie, étendu à plusieurs métaux et à plusieurs corps binaires.

3° Qu'on peut préparer l'acide acétique cristallisable en chauffant un mélange d'un atôme d'acétate de plomb et d'un atôme d'acide sulfurique concentré. Le procédé à l'aide duquel on obtient cet acide, est tenu secret par le fabricant, qui le fournit à tous les magasins de produits chimiques de Paris.

4° Qu'en portant dans une bonne forge à une haute température un mélange de soufre et d'oxide de zinc, on produit un sulfure de zinc que des minéralogistes très-exercés ont confondu avec la blende (sulfure de zinc naturel).

Digitized by Google

124. Moyen facile de reconnaître si le cinnabre contient du minium; par M. Kastner. (*Archiv fur die gesammte Naturlehre;* T. XVII, cah. 3, p. 334.)

Veut-on savoir si le cinnabre du commerce est falsifié par du minium, il suffit de l'agiter avec un peu d'acide sulfurique étendu; si le mélange prend une teinte brune et qu'il forme un dépôt de la même couleur, c'est un signe certain de la présence de l'oxide rouge de plomb.

125. Analyse chimique d'un spath calcaire phosphorescent; par M. Trommsdorff. (*Neues Journ. von Trommsdorf;* T. XVI, p. 86.)

Le fossile en question était composé de :

| | |
|---|---|
| Acide carbonique.... | 42, 00 |
| Chaux............. | 49, 56 |
| Magnésie.......... | 2, 00 |
| Oxide de fer........ | 2, 20 |
| Quarz............. | 1, 80 |
| Perte............. | 1, 50 |
| | 99, 00 |

126. Sur le sable aurifère gris-noiratre du Rhin; par M. Hopff. (*Kastner's Archiv*; Tome XV, cah. 3, page 329; 1828.)

M. Hopff a constaté dans ce sable la présence du titane, probablement à l'état d'alliage avec le fer.

127. Sur la présence des métaux dans les cendres des plantes qui avaient été arrosées avec des dissolutions métalliques étendues; par le même. (*Ibid.;* p. 331.)

Des végétaux ont été plantés dans des pots de terre pleins de verre ou de soufre pilés, et ont été arrosés, les uns avec de l'eau pure, les autres avec du sulfate de fer, du sulfate de cuivre, de l'acétate de plomb et du sulfate de zinc.

Les premiers ne contenaient aucune substance métallique, tandis que l'analyse chimique fit découvrir dans les derniers du fer, du cuivre, du plomb et du zinc.

Digitized by Google

L'on peut consulter à ce sujet le mém. couronné de M. John, intitulé : *Ueber die Ernæhrung der Pflanzen*; Berlin, 1819; in-8°.

K.

128. PROCÉDÉ CONTRE LA ROUILLE, L'HUMIDITÉ, etc.; par John MURRAY. (*Edinb. Journ. of sciences*; octob. 1828, p. 335.)

Une toile ou une étoffe de laine plongée dans l'eau saturée de *chaux* et de *sulfate de soude*, et séchée avec soin, préserve de l'humidité et de l'oxidation des instrumens délicats d'acier, quand même ils seraient humides. Il est probable, dit l'auteur, que la chaux caustique, non-seulement absorbe une petite quantité d'acide carbonique que l'air renferme, mais aussi de l'humidité, et peut-être que la chaux caustique absorbe de l'*oxigène*. Le sulfate de soude étant efflorescent ne peut attirer l'eau, mais il pourrait même céder celle qu'il contient.

D'après cela, M. Murray regarde comme évident qu'une toile imprégnée de cette manière, peut non-seulement préserver l'acier et le fer de l'oxidation, mais aussi conserver des actes en papier et en parchemin.

Les objets en acier peuvent être conservés dans de la chaux vive.

Une aiguille aimantée, suspendue par un fil de soie dans de l'eau de chaux, peut être conservée indéfiniment.

129. EXAMEN CHIMIQUE DU TABASHEER; par Edw. TURNER. (*Edinb. Journ. of science*; avril 1828, p. 335.)

M. Turner a examiné le tabasheer à la sollicitation du D$^{r}$ Brewster. Il résultait d'expériences faites par M. Macie (Phil. Trans. 1791, p. 368.), que le tabasheer rapporté de l'Inde par le D$^{r}$ Russel n'était que de la silice pure, tandis que l'échantillon rapporté de l'Amérique Méridionale par MM. de Humboldt et Bonpland, ne fournit à Fourcroy et Vauquelin, que 70 $\frac{0}{0}$ de silice et que le reste consistait en potasse, chaux, eau et une petite quantité de matière végétale. Cette différence est essentielle; et comme la silice doit avoir existé dans la sève du végétal, elle doit s'y être trouvée à l'état liquide, non comme substance accidentelle mais comme ingrédient nécessaire. Il est probable que l'on tirerait un grand jour de l'examen du sol où croît le bambou, et de la nature de sa sève. Si le tabasheer

Digitized by Google

contenait toujours de la potasse on pourrait se rendre compte de ce fait, mais comme Berzelius a prouvé que la silice à l'état naissant peut se dissoudre en quantité considérable dans l'eau, on peut supposer qu'en quittant les substances avec lesquelles elle était préalablement combinée, elle était dans un état favorable à la dissolution.

La quantité d'eau que le tabasheer peut absorber pour 1 partie est 2 pour la variété commune, 2,32 pour celle qui est translucide et 2,24 pour le tabasheer transparent; leur densité est :

| | | | |
|---|---|---|---|
| de tabasheer amorphe, | 2 161 | à | 2 189 |
| — — translucide, | 2 143 | | 2 167 |
| — — transparent, | 2 133 | | 2 160 |

Les densités de la 1re colonne sont celles du tabasheer plongé seulement dans l'eau froide, et celle de la 2e, de cette substance bouillie quelques minutes dans l'eau.

Le tabasheer chauffé à 212 Fah. donne de l'acide et de l'humidité; celle-ci n'est ni acide ni alcaline, la perte de poids est faible et diffère peu selon les échantillons; la variété massive perd 0, 838, la translucide 1, 62 et la variété transparente 2,411. Exposé à l'air, le tabasheer reprend promptement l'air et l'humidité. Au rouge, toutes les variétés deviennent noires, il s'en dégage un peu de fumée empyreumatique, et l'humidité qui s'en dégage est un peu acide. La variété massive perd 1, 277, la translucide 3, 84 et la transparente 4, 518. Cette perte de poids n'est pas recouvrée par l'exposition à l'air.

Le tabasheer a une saveur un peu plus nauséeuse que la magnésie; il est cassant et se brise facilement. Bouilli dans l'eau distillée, il donne seulement une trace de matière végétale. Digéré avec l'acide muriatique légèrement étendu d'eau, la solution évaporée donne un résidu qui attire l'humidité de l'air: c'est du muriatre de chaux. Le tabasheer massif perd 0,4, le translucide 0,2, la variété transparente ne perd rien.

Le tabasheer se dissout facilement dans une dissolution de potasse, même après avoir été chauffé au rouge; la dissolution de la variété commune est légèrement trouble, mais celle des autres est transparente; neutralisée avec l'acide muriatique et évaporée à siccité, on obtient une quantité de silice presque exactement égale à celle du tabasheer employé; la liqueur ne contient que la petite quantité de chaux mentionnée.

Digitized by Google

Une portion de tabasheer en poudre fine, chauffée au blanc avec 5 fois son poids de carbonate de baryte, la masse dissout dans l'acide muriatique, et la silice et la baryte séparées par les moyens ordinaires, la liqueur ne donna aucune trace d'alcali.

D'après ces essais, le tabasheer est formé de silice avec une très-petite quantité de chaux et de matière végétale. G. de C.

130. Analyse chimique d'Aérolithes contenus dans des grêlons tombés dans le gouvernement d'Orenbourg, en Russie; extraite du rapport fait à l'Académie imp. des sciences de Pétersbourg, par le professeur de chimie Nélioubin. (*Journ. technologique de Pétersbourg;* 1825-1826, T. X, 4e partie.)

Les petites pierres atmosphériques, qui avaient été trouvées et recueillies renfermées dans des grêlons tombés dans l'arrondissement de Sterlitamak du gouvernement d'Orénbourg, furent envoyées au mois de juin de la même année 1825, par le gouverneur civil d'Orénbourg, au président de l'Académie, au nombre de onze; trois de ces pierres furent réservées pour le muséum académique, et les 8 autres ont été destinées à un examen physique et chimique. Le Dr Nélioubin fut chargé de ce travail, et après l'avoir achevé, il en a fait un rapport à l'Académie des sciences. En voici la substance.

*A. Pesanteur spécifique et absolue.* Les 8 petits aérolithes obtenus pour être soumis à l'analyse, pesaient ensemble 26 grains (poids de pharmacie); le plus gros, 6 ½ gr., et le plus petit, 2 gr. A 18° R., leur densité était = 3,80.

*B. Forme extérieure.* C'était celle de fragmens irréguliers, ayant plusieurs angles; avaient quelque ressemblance avec le coin et avec la pyramide oblique triangulaire; d'autres approchaient de la forme rhomboïdale, et le reste avait l'apparence de petites tablettes.

*C. Surface :* inégale et raboteuse; sur plusieurs, on pouvait remarquer certaines traces de cristallisation, comme de dendrites.

*D. Couleur :* brun foncé; les pierres, frottées avec de la poudre, perdaient leur teinte sombre et recevaient quelque chose de la couleur brillante du carmin.

*E. Éclat.* L'aspect de la superficie des pierres était terne; les morceaux frottés légèrement avec du papier, prenaient quelque

Digitized by Google

peu de lustre et de vivacité, qu'ils perdaient en étant plongés dans l'eau, ou quand ils demeuraient à l'air pendant un certain temps. La surface, étant limée, recevait un éclat métallique, mais obscur.

*F.* Les *traits*, qu'on tirait sur le papier avec cette substance, ne marquaient pas.

*G.* Au *toucher*, ces pierres étaient froides, sèches avec une légère sensation d'onctuosité.

*H.* La *fermeté* de ces pierres se trouvait assez grande : il fallait faire des efforts assez considérables pour en détacher quelque parcelle.

*I.* La *fracture* avait un aspect grenu et fin, mat, de couleur de fonte de fer, avec de petites taches jaunes par places.

*J.* L'*aimant* n'attirait ni les petits fragmens ni même la poudre de ces aérolithes.

*K.* Le *choc* de ces pierres avec l'acier ne produisait pas d'étincelles.

*L.* Ces pierres n'ont point d'*odeur* lorsqu'elles sont froides; mais, fortement échauffées, elles exhalent une faible odeur de soufre.

*M.* Elles sont sans *saveur* distincte; seulement, quand elles sont réduites en poudre fine, elles ont un goût qui ressemble à celui de la brique.

*N.* Ces pierres ne *fondent* point au chalumeau ; mais, avec le borax, elles forment une masse qui a la couleur jaune et améthiste.

*O.* Cette substance ne fait point *effervescence* avec les acides.

*P.* Avec l'acide muriatique en ébullition, elle *dégage du gaz* hydrogène sulfuré, et précipite une poudre de couleur gris-foncé.

Par le résultat de l'analyse chimique de M. Nélioubin, sur 20 grains de ces aérolithes, il a été trouvé :

| | gr. |
|---|---|
| 1. — Oxide rouge de fer............ | 14,00 |
| 2. — Oxide de manganèse.......... | 1,50 |
| 3. — Terre micacée................ | 1,25 |
| 4. — Argile....................... | 75 |
| 5. — Silice....................... | 1,50 |

Digitized by Google

6. — Soufre et perte.................. 1,00

20,00

Conséquemment 100 parties des pierres atmosphériques de Sterlitamak contiennent :

70,00 parties d'oxide rouge de fer,
7,50 — oxide de manganèse,
6,25 — terre micacée,
3,75 — argile,
7,50 — silice,
5,00 — soufre et perte.

100,00

F. L. M.

131. Analyse chimique de plusieurs espèces de houilles; par M. Brandes (Brandes *Archiv*, 1828, Tom. XXVII, page 1.)

*a*). 100 grains de houille pulvérisée de Borgloh (principauté d'Osnabrück), furent mis dans un creuset de platine, dans lequel on tenait du nitre en fusion, et peu à peu on détruisit par la chaleur tous les principes combustibles de la houille employée. La masse restante fut traitée par l'eau, puis portée sur le filtre, et elle donna un résidu insoluble de 88,8 grains.

*b*). Le liquide alcalin de *a*, après avoir été saturé par l'acide hydrochlorique, fut évaporé à siccité; le résidu, traité par l'eau, donna 0,15 gr. de silice.

*c*). Le liquide acide de *b* donna avec l'ammoniaque un précipité qui consistait en 1,9 gr. d'alumine èt des traces d'oxide de fer.

*d*). Le liquide de *c* fut saturé par l'acide hydrochlorique et précipité par l'hydrochlorate de baryte. On obtint 21, 7 gr. de sulfate de baryte, = 7,45 d'acide sulfurique, = 2,98 de soufre, qui, à l'état de pyrite, se combinerait avec 2,55 de fer (= 3, 68 d'oxide de fer.)

*e*). Le résidu de *a* était formé de 4,42 silice et d'une quantité d'oxide de fer, qui, à une légère différence près, équivalait à la quantité calculée, en *d*, comme nécessaire pour former le pyrite.

*f*). Une partie de la houille pulvérisée fut digérée pendant quelques jours dans l'éther; celui-ci prit une couleur jaunâtre, et donna 0, 4 $\frac{0}{0}$ d'une matière bitumineuse.

Digitized by Google

Il suit de là que la houille en question est composée de

| | |
|---|---|
| Bitume | 0,40 |
| Carbone | 88,40 |
| Silice | 4,57 |
| Alumine avec un peu de fer oxidé | 1,40 |
| Pyrite de fer | 5,53 |
| | 1,00 |

Toutes les analyses qui suivent ont été faites de la même manière : d'après elles, la meilleure houille de Borgloh est formée de

| | |
|---|---|
| Bitume | 0,50 |
| Carbone | 97,86 |
| Silice | 0,64 |
| Alumine avec fer oxidé (des traces) | |
| Pyrite de fer | 1,00 |
| | 1,00 |

Le coak de la houille de Borgloh contient :

| | | |
|---|---|---|
| Carbone | | 83,35 |
| Silice | | 11,40 |
| Alumine | | 0,55 |
| Acide sulfurique | 2,8 | 4,60 |
| Oxide de fer | 1,5 | |
| | | 1,00 |

Le coak de la houille d'Essen (princip. d'Osnabrück) est formé de

| | | |
|---|---|---|
| Carbone | | 95,18 |
| Silice | | 2,82 |
| Alumine | | 1,05 |
| Acide sulfurique | 1,77 | 1,95 |
| Oxide de fer | 0,78 | |
| | | 1,00 |

La meilleure houille de Sylbeck (près Bückeburg) contient :

| | |
|---|---|
| Bitume | 0,30 |
| Carbone | 95,22 |
| Silice | 1,10 |
| Alumine | (des traces) |
| Pyrite de fer | 0,38 |
| | 1,00 |

Digitized by Google

Le coak de Sylbeck contient :

| | | |
|---|---|---|
| Carbone | | 92,35 |
| Silice | | 3,05 |
| Alumine avec fer oxidé (des traces) | | |
| Acide sulfurique | 2,8 | 4,60 |
| Oxide de fer | 1,8 | |
| | | 1,00 |

Le meilleur coak de Sylbeck contient :

| | | |
|---|---|---|
| Carbone | | 95,10 |
| Silice | | 2,20 |
| Alumine avec oxide de fer (des traces) | | |
| Acide sulfurique | 1,65 | 2,70 |
| Oxide de fer | 1,05 | |
| | | 1,00 |

Tout ce que la houille perdit en poids, pendant qu'elle fut traitée par le nitre, a été considéré comme étant du carbone.

## MÉLANGES.

### 132. Vente de Sélénium pur.

On annonce que du selénium parfaitement pur est vendu au prix de quatre frederics d'or (90 fr.) l'once de Cologne (29 grammes); s'adresser, en affranchissant les lettres et envois d'argent, au comptoir ducal des mines à Harzgerode, dans le duché d'Anhalt.

133. Novoï magazin iestestvennoï istorii, etc. — Nouveau magasin d'histoire naturelle, de physique, de chimie et d'économie, publié par Jean Dvigoubski. In-8°. Moscou, 1828.

Ce recueil mensuel contient, dans le n° 3 du Tom. I, p. 212, la série de 30 expériences curieuses de chimie, dont quelques-unes peuvent avoir des applications utiles dans les arts, plusieurs autres consistent en préparations phosphorescentes et pyrophoriques. Ces observations et expériences sont d'un chimiste de la ville de Vologda. F. L. M.

Digitized by Google

# TABLE

## DES ARTICLES DU CAHIER DE MARS 1830.

*Mathématiques.*




DE L'IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,

RUE JACOB, N° 24.


Digitized by Google

# BULLETIN

## DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

### ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.


## MATHÉMATIQUES.

134. Annales de mathématiques pures et appliquées; par M. Gergonne. T. XX, nos 10 et 11, avril et mai 1830.

Dans un premier article de cette livraison, M. Bobillier, chef des études à l'École des arts et métiers d'Angers, démontre fort simplement le principe des *vitesses virtuelles*, dans les machines en équilibre. Pour y parvenir, il substitue à une machine donnée, qu'il suppose quelconque, une autre pour laquelle les conditions d'équilibre soient faciles à établir, et qui soit de nature à produire exactement le même effet que la proposée, du moins pour un déplacement infiniment petit. Celle qu'il choisit est une série de tours disposés sur un axe commun, ce qui revient, pour le fond, à la démonstration donnée par Carnot, dans ses *Principes fondamentaux de l'équilibre et du mouvement.*

Dans un second article, un anonyme se plaint, non peut-être sans quelque raison, de l'espèce d'affectation que mettent ceux qui écrivent des élémens de géométrie à démontrer d'une manière détournée et difficile ce qui pourrait l'être d'une manière simple et naturelle. Il en cite pour exemple l'expression connue du volume du tronc d'une pyramide ou d'un cône droit ou oblique à bases parallèles, à laquelle on parvient sur le champ, comme il le fait voir, en considérant ce tronc comme la différence de deux pyramides ou de deux cônes.

M. King avait publié, il y a deux ans, dans les *Transactions* de la Société philosophique de Cambridge, une démonstration du parallélogramme des forces que M. Gergonne, tout en la faisant connaître, avait signalée comme incomplète. Dans un troisième article, M. Vallès lui donne le complément qui lui manquait.

Dans un quatrième article, M. Lenthérie modifie un peu le procédé par lequel on parvient à la limite supérieure des raci-



Digitized by Google

nes des équations, de manière à le rendre plus facilement accessible aux commençans.

On sait que le point de l'intérieur d'un triangle rectiligne dont la somme des distances à ses trois sommets est la moindre possible, est aussi celui duquel on verrait les trois côtés du triangle sous des angles égaux ; et l'on a donné récemment, dans la *Correspondance* de Bruxelles, l'expression de cette plus petite somme, en fonction des trois côtés du triangle. Dans un cinquième article, M. Gergonne calcule ces distances elles-mêmes. ABC étant le triangle dont il s'agit et P le point en question ; en posant BC=a, CA=b, AB=c, et en désignant par T l'aire du triangle, il trouve :

$$PA=\frac{3(b^2+c^2-a^2)+4T\sqrt{3}}{3\sqrt{2(a^2+b^2+c^2)+8T\sqrt{3}}},$$

$$PB=\frac{3(c^2+a^2-b^2)+4T\sqrt{3}}{3\sqrt{2(a^2+b^2+c^2)+8T\sqrt{3}}},$$

$$PC=\frac{3(a^2+b^2+c^2)+4T\sqrt{3}}{3\sqrt{2(a^2+b^2+c^2)+8T\sqrt{3}}};$$

M. Gergonne calcule aussi les longueurs de ces droites prolongées jusqu'à la rencontre des côtés respectivement opposés, ainsi que les segmens qu'elles déterminent sur ces côtés ; il signale le problème analogue, relatif au triangle sphérique, comme paraissant assez difficile.

Dans l'article suivant, un anonyme démontre, fort simplement, qu'il n'est aucun nombre entier qui n'ait parmi ses multiples ou un nombre exprimé par l'unité suivie d'un ou de plusieurs zéros, ou un nombre exprimé par un ou plusieurs 9, ou enfin un nombre exprimé par un ou plusieurs 9, suivis d'un ou de plusieurs zéros.

Enfin, dans un dernier article, MM. Vallès, Pagliani et Martinelli démontrent les propositions suivantes :

I. L'enveloppe de l'espace parcouru par une droite qui se meut sur le plan de deux cercles fixes, de manière que ces cercles interceptent constamment sur elle des cordes de même longueur, est une parabole dont l'axe passe par les centres de ces deux cercles. Cette parabole a son foyer au milieu de la droite qui joint ces centres, et son sommet au point où cette droite est coupée par leur axe radical ou axe de symptose. Toutes les

Digitized by Google

tangentes communes aux deux cercles sont d'ailleurs tangentes à cette parabole.

II. Si, pour trois cercles, pris tour-à-tour deux à deux, on décrit les paraboles (I); ces 3 paraboles auront 3 tangentes communes au plus; seules droites sur lesquelles les trois cercles puissent interrompre des cordes de même longueur.

III. L'enveloppe de l'espace parcouru par un plan qui se meut de manière que deux sphères fixes interceptent constamment sur lui des cercles de même rayon, est un paraboloïde de révolution dont l'axe passe par les centres des deux sphères. Ce paraboloïde a son foyer au milieu de la droite qui joint ces centres, et son sommet au point où cette droite est coupée par leur plan radical. Les cônes circonscrits à la fois aux deux sphères sont d'ailleurs circonscrits à ce paraboloïde.

IV. Si, pour trois sphères, prises tour-à-tour deux à deux, on décrit les paraboloïdes (III); ces paraboloïdes seront tous trois inscriptibles à une seule et même surface développable ayant trois nappes, au plus; et les plans tangens à cette surface seront les seuls sur lesquels les trois sphères pourront intercepter des cercles de même rayon.

V. Si, pour quatre sphères, prises tour-à-tour deux à deux, on construit les paraboloïdes (III), puis les surfaces développables (IV), ces surfaces pourront être touchées toutes quatre par un seul et même plan, lequel touchera aussi, à la fois, les six paraboloïdes; et les plans ainsi déterminés seront les seuls sur lesquels les quatre sphères puissent intercepter des cercles de même rayon.

La livraison, pour le mois de mai, est totalement occupée par un mémoire de M. Gergonne, sur les *maxima* et *minima*, dans les fonctions d'une ou plusieurs variables.

M. Gergonne rappelle, en commençant, que, dans l'exposé qu'il a précédemment publié des principes du *calcul différentiel*, on trouve uniquement: 1° la définition d'une nouvelle opération de calcul; 2° les règles pratiques de cette opération, sur toutes les fonctions connues, rigoureusement déduites de sa définition; 3° enfin, l'institution de quelques symboles généraux, propres à indiquer cette opération, exécutée une ou plusieurs fois, sur des fonctions d'une ou plusieurs variables, dont on suppose la forme tout à fait indéterminée.



Digitized by Google

Quand bien même ces produits et ces symboles, ajoute M. Gergonne, ne seraient susceptibles d'aucune application, ce qui en a été dit n'en demeurerait pas moins de la plus exacte vérité; de sorte qu'il n'est plus question que d'en prouver l'utilité par diverses sortes d'applications; et comme la théorie des *maxima* et *minima*, bien qu'elle joue un rôle important dans la géométrie et dans la mécanique, n'en est pas moins du domaine de la simple analyse, l'auteur pense devoir en traiter en premier lieu.

M. Gergonne considère d'abord une fonction explicite $fx$ de la seule variable $x$. On a coutume de dire que la valeur $x$ sera celle qui convient au *maximum* de $fx$, si, en représentant par $i$ une très-petite quantité, on a $f(x \pm i) < fx$; mais cette manière de s'énoncer n'est pas correcte, et l'auteur a grand soin de l'éviter. Il se pourrait en effet que, pour une très-petite valeur de $i$, on eût $f(x \pm i) < fx$ et pourtant la valeur que $x$ ne fût point celle qui convient au *maximum* de $fx$. Pour qu'il en soit ainsi, il faut en outre que l'inégalité subsiste pour toutes les autres valeurs de $i$ depuis $i$ jusqu'à zéro; ce que la plupart des auteurs d'élémens négligent de faire formellement ressortir.

Après avoir exposé les règles connues pour la détermination des *maxima* et *minima* des fonctions explicites d'une seule variable, et avoir enseigné à distinguer le *maximum du minimum*, M. Gergonne ramène d'une manière fort simple à ce qu'il a dit sur ce sujet, ce qui concerne les fonctions de plusieurs variables.

Soit, dit-il,

$$S = f(x, y)$$

une fonction de deux variable $x$ *et* $y$, tout-à-fait indépendantes l'une de l'autre, concevons qu'on établisse deux équations tout-à-fait arbitraires, entre ces deux variables et une troisième variable $s$; alors $s$ pourra être considérée comme étant uniquement fonction de cette dernière; d'où il suit que la condition commune au *maximum* et au *minimum* sera exprimée par l'équation

$$\frac{dS}{ds} = 0,$$

et qu'il y aura l'un ou l'autre, selon que pour une valeur de $s$, tirée de cette équation, la fonction $\frac{d^2 S}{ds^2}$ sera *négative* ou *positive*. Or,

Digitized by Google

si l'on convient de représenter simplement par la caractéristique $\delta$, la différentielle ou *variation* relative à $s$, on aura

$$\frac{dS}{ds}=\frac{dS}{dx}\delta x+\frac{dS}{dy}\delta y;$$

mais, parce que les relations supposées entre $x$, $y$ et $s$ sont arbitraires, $\delta x$ et $\delta y$ doivent demeurer indépendantes, de sorte que $\frac{dS}{ds}$ ne pourra être nul qu'autant qu'on aura séparément

$$\frac{dS}{dx}=0\,,\quad \frac{dS}{dy}=0\,;$$

et telles seront conséquemment les équations qui donneront les seuls systèmes de valeurs de $x$ et $y$ qui puissent répondre aux *maxima* et *minima* de la fonction S.

Au moyen de ces équations on aura simplement

$$\frac{d^2S}{ds^2}=\frac{d^2S}{dx^2}\delta x^2+2\frac{d^2S}{dx\,dy}\delta x\,\delta y+\frac{d^2S}{dy^2}\delta y^2;$$

et, pour que cette fonction, conserve constamment le même signe, quels que soient $\delta x$ et $\delta y$, comme il le faut, soit pour le *maximum*, soit pour le *minimum*, il faudra qu'on ait

$$\left(\frac{d^2S}{dx\,dy}\right)^2-\frac{d^2S}{dx^2}\cdot\frac{d^2S}{dy^2}<0\,;$$

condition omise par Euler et donnée par Lagrange.

Mais M. Gergonne fait observer que, si Euler n'a point exigé assez, Lagrange, à son tour, a exigé un peu trop.

Si, en effet, on avait

$$\left(\frac{d^2S}{dx\,dy}\right)^2-\frac{d^2S}{dx^2}\cdot\frac{d^2S}{dy^2}=0$$

il en résulterait seulement que $\frac{d^2S}{ds^2}$ est de la forme

$$M\,(P\,\delta x+Q\,\delta y)^2,$$

et que conséquemment, quelque valeur qu'on attribue à $\delta x$ et $\delta y$, $\frac{d^2S}{ds^2}$ ne prendra jamais un signe différent de M.

Mais, si l'on prend $\delta x$ et $\delta y$ de telle sorte qu'on ait $P\delta x+Q\delta y=0$; comme, en général, en vertu de cette hypothèse, $\frac{d^3S}{ds^3}$ ne deviendra pas identiquement nul, il s'ensuit qu'alors il n'y aura, généralement parlant, ni *maximum* ni *minimum*, ce qui est conforme aux théories connues. Mais si $\frac{d^3S}{ds^3}$ contient le

facteur $P\delta x + Q\delta y$, et que $\frac{d^4 S}{ds^4}$ garde invariablement le même signe que M, quelles que soient $\delta x$ et $\delta y$; il y aura alors *maximum* ou *minimum*, bien que la condition exigée par Lagrange ne soit pas satisfaite.

M. Gergonne traite, dans la même forme et avec la même rigueur logique, ce qui concerne les *maxima* et *minima* des fonctions explicites de plus de deux variables indépendantes. Il passe ensuite au cas où ces variables sont liées entre elles par des relations plus ou moins nombreuses; et il termine enfin par la recherche des *maxima* et *minima*, dans les fonctions implicites d'un ou de plusieurs variables; de telle sorte que son mémoire, bien que d'une étendue assez bornée, peut être considéré comme un traité à peu près complet sur la matière.

135. Mémoire de géométrie pure sur les systèmes de force, et les systèmes d'aires planes; et sur les polygones, les polyèdres et les centres des moyennes distances; par M. Chasles. (*Corresp. Mathémat. et Physiq.*, par M. Quetelet; Tom. VI, 2e livraison.)

Quand plusieurs forces sollicitent un corps solide libre, on peut les remplacer d'une infinité de manières par d'autres forces; on dit que le système de ces nouvelles forces est équivalent au système des forces proposées. Deux pareils systèmes ont entr'eux certaines relations, dont plusieurs sont d'un usage continuel dans la mécanique, et qu'on a coutume de démontrer par l'analyse.

M. Chasles s'est proposé dans cet écrit de démontrer ces diverses relations, et d'autres plus générales, ou nouvelles, d'une manière purement rationnelle, et sans le secours des formules analytiques.

Il lui suffit de démontrer le théorème suivant, dont tous les autres ne sont que des conséquences: Quand on a 2 systèmes de forces (tout-à-fait arbitraires l'un par rapport à l'autre), si l'on multiplie chaque force du 1er système par chaque force du second système, et par le cosinus de l'angle de ces 2 forces, la somme de tous ces produits sera la même que la somme des produits semblablement faits à l'égard de deux autres systèmes équivalens respectivement aux 2 proposés.

Digitized by Google

En supposant que les deux systèmes proposés soient équivalens entr'eux, on conclut de là l'expression connue de la résultante d'un système de forces appliquées à un même point, en fonction de ces forces et des cosinus des angles qu'elles font entr'elles.

Pour passer de ce premier théorème à d'autres, non moins généraux, M. Ch. démontre le lemme suivant : Si l'on projette une aire plane sur 3 plans coordonnés quelconques, et si l'on décompose une force de grandeur donnée et perpendiculaire au plan de cette aire en 3 autres dirigées suivant 3 axes respectivement perpendiculaires aux 3 plans coordonnés, les composantes de cette force seront aux projections de l'aire plane, comme la force elle-même sera à cette aire. Ce lemme n'est au fond, ainsi que M. Ch. en fait lui-même la remarque, que le principe dont M. Poinsot s'est servi pour la composition et décomposition des couples; envisagé d'une manière générale par rapport à des aires planes quelconques, il rend tout-a-fait évidentes des vérités qui ont été long-temps le sujet de beaux théorèmes sur la projection des aires planes et sur la composition des momens. Ces divers théorèmes, qu'on pourrait énoncer sur-le-champ comme traductions directes, en vertu du lemme, des propriétés des systèmes de forces, peuvent être tous représentés par un principe général semblable au théorème sur 2 systèmes de forces, que nous avons cité. Il suffit de substituer des aires planes aux forces, et les angles des plans de ces aires aux angles que les directions de ces forces font entr'elles. Ce principe s'applique à 2 systèmes de couples, et aux momens de 2 systèmes de forces; de sorte que : Quand on a 2 systèmes de forces et qu'on prend les momens des forces du 1$^{er}$ système par rapport à un point fixe, et les momens des forces du second système par rapport à un second point fixe, puis qu'on multiplie chaque moment du 1$^{er}$ système par chaque moment du second et par le cosinus de l'angle compris entre les plans des 2 momens, la somme de tous ces produits conservera la même valeur si on substitue aux 2 systèmes de forces 2 autres systèmes équivalens, donton prendra les momens par rapport aux 2 mêmes points fixes.

En supposant que l'un des 2 systèmes (qui sont tout-à-fait arbitraires l'un à l'égard de l'autre), se réduise à une seule

force; ou bien que les deux systèmes soient équivalens entr'eux, on en conclut immédiatement l'expression et les propriétés du moment principal d'un système de forces relatif à un point, ainsi que plusieurs autres propositions.

Au lieu de remplacer dans le premier théorème cité les 2 systèmes de forces par les 2 systèmes d'aires planes, si on ne remplace qu'un de ces systèmes de force par un système d'aires planes, on obtient un 3$^e$ principe général qui conduit à plusieurs théorèmes intéressans. Nous citerons le suivant : Quand on a 2 systèmes de forces, si sur chaque force du 1$^{er}$ système et chaque force du second système, comme arêtes opposées, on construit un tétraèdre, la somme des volumes de tous ces tétraèdres aura une valeur qui restera la même quand on substituera aux 2 systèmes de forces 2 autres systèmes qui leur soient équivalens respectivement.

M. Ch. détermine le signe du volume de chaque tétraèdre de cette manière : Il faut voir dans quel sens l'une des 2 forces qui forment ce tétraèdre tend à tourner autour de l'autre force, l'œil étant situé à l'extrémité de cette seconde force, et la vue étant dirigée vers son point d'application; on donnera au volume du tétraèdre le signe + ou le signe —, suivant que la rotation se fera dans un sens ou dans l'autre.

De ce théorème M. Ch. en conclut plusieurs autres moins généraux, qu'il avait eu occasion d'énoncer ailleurs, et dont le *Bulletin* a déjà entretenu ses lecteurs à l'occasion des démonstrations que MM. Gergonne et Mœbius ont données de ces théorèmes. (V. les cah. du *Bulletin* de sept. 1828 et sept. 1829.) M. Ch. annonce que M. Giorgini, de Florence, à qui il a aussi communiqué ces théorèmes et d'autres sur le même sujet, lui apprit qu'il était parvenu à des résultats semblables qui font partie d'un travail destiné à faire suite à sa Théorie analytique des projections, dont il a été rendu compte dans le T. IV du *Bulletin*, p. 129.)

L'une des conséquences du théorème général de M. Ch. est que, de quelque manière qu'on remplace par 2 forces uniques un système de forces appliquées à un corps solide libre, le tétraèdre construit sur ces 2 forces, comme arêtes opposées, a toujours le même volume. M. Ch. fait voir que ce théorème résulte aussi de la propriété suivante des couples donnée par M.

Digitized by Google

Poinsot, dans son mémoire sur la composition des momens : « De quelque manière qu'on réduise un système de forces à une force unique et à un couple, le produit du moment du couple par le sinus de l'angle que son plan fait avec cette force est constant. » *V. Statique de Poinsot*, 4$^e$ édit. p. 319.)

Dans la seconde partie de son mémoire M. Ch. déduit des principes généraux exposés dans la 1$^{re}$, plusieurs propriétés des polygones gauches, des polyèdres et des centres des moyennes distances. Quelques-unes de ces propriétés sont connues, d'autres sont nouvelles; mais toutes se présentent naturellement et d'une manière presque évidente. M. Ch. fait voir, d'ailleurs, que celles des polyèdres sont des conséquences de celles des polygones au moyen de cette proposition : Étant donné un polyèdre quelconque, on peut former, d'une infinité de manières, un polygone dont les côtés sont proportionnels aux aires des faces du polyèdre, et fassent entr'eux des angles égaux respectivement aux angles dièdres que font entr'elles les faces du polyèdre. Il conclut de là, entr'autres théorèmes, le suivant : Si par des points pris respectivement sur les faces d'un polyèdre, on mène, du côté de leurs revers, des droites proportionnelles aux aires de ces faces, et perpendiculaires à leurs plans, 1° la somme des volumes des tétraèdees construits par ces droites, prises 2 à 2, comme arêtes opposées, sera égale à zéro; 2° le centre des moyennes distances des extrémités de ces droites sera le même que le centre des moyennes distances des points pris sur les faces du polyèdre. M.

136. Rapport sur l'ouvrage de M. Jacobi, intitulé : *Fundamenta nova theoriæ functionum ellipticarum* (1), lu à l'Académie des Sciences, le 21 décembre 1829; par M. Poisson.

Pour expliquer, autant qu'il sera possible sans le secours des signes algébriques, l'objet de cet ouvrage dont l'Académie m'a chargé de lui rendre compte, et surtout pour faire connaître l'extension nouvelle et inattendue que l'auteur a donnée à cette

(1) Sur la proposition de M. Lacroix, l'Académie a arrêté que ce rapport serait inséré dans la collection de ses Mémoires. On y a ajouté quelques notes, où l'on trouvera les nouvelles formules relatives à la transformation des fonctions elliptiques de la première espèce.

Digitized by Google

théorie, je rappellerai d'abord les travaux de ses prédécesseurs dans la même matière.

Les fractions rationnelles et quelques formules qui s'y ramènent immédiatement ou par une transformation très-simple, sont les seules différentielles dont on sache trouver les intégrales indéfinies. Relativement aux intégrales définies, le nombre de celles que l'on sait déterminer par différens moyens, est beaucoup plus considérable; mais ce nombre est encore extrêmement petit, eu égard à celui des intégrales qui peuvent se rencontrer dans les diverses applications de l'analyse; et le plus souvent on est obligé de calculer leurs valeurs approchées, soit par la réduction en séries convergentes, soit par la méthode des quadratures. Il y a lieu de penser que la plupart des intégrales qui ont résisté jusqu'à présent aux efforts si souvent réitérés des géomètres, et qui échappent à des méthodes où l'on a mis en œuvre toutes les ressources de l'analyse, sont impossibles sous forme finie, quoique cette impossibilité n'ait encore été démontrée pour aucune d'elles (1). Cela étant, on a cherché à diminuer le nombre de ces quantités transcendantes, en les faisant dépendre les unes des autres, ce qui a donné naissance à une branche d'analyse, très-étendue et d'une grande importance, qui a pour objet la comparaison et la réduction des intégrales.

Les principales classes d'intégrales que l'on ait comparées entre elles, se reduisent à trois. Les unes sont les intégrales définies que M. Legendre a nommées *intégrales Eulériennes* de première et de seconde espèce, et dont il a exposé la théorie avec tous les développemens que l'on peut désirer. Les autres constituent les *fonctions elliptiques* qui doivent être l'objet spécial de ce rapport. Ces fonctions sont susceptibles de trois formes distinctes, et se divisent, en conséquence, en fonctions elliptiques de première, de seconde et de troisième espèce; chacune des fonctions des deux premiers ordres ne renferme qu'une seule constante qu'on nomme le *module*; la fonction de seconde espèce est l'arc d'ellipse; celle de troisième espèce est

(1) Dans la Mécanique céleste, Laplace dit qu'il a démontré que l'intégrale d'où dépend l'attraction des sphéroïdes elliptiques, est impossible; mais cette démonstration n'a été publiée nulle part, et l'on n'en a trouvé aucune trace dans les papiers de l'auteur.

Digitized by Google

la plus compliquée, et contient deux quantités constantes. La variable d'où dépend chaque fonction s'appelle l'*amplitude*.

On compare les fonctions elliptiques sous deux points de vue différens : par rapport aux grandeurs de l'amplitude d'une même fonction, et relativement aux grandeurs du module de deux fonctions de même espèce, ou de deux fonctions d'espèce différente. Le théorème de *Fagnani* par lequel on assigne, sur une même ellipse, deux arcs dont la différence est une quantité donnée, et la division de la *Lemniscate* en parties égales, que ce géomètre a fait dépendre d'équations algébriques, se rapportent au premier mode de comparaison. Ce sont les premières questions de ce genre, dont les géomètres se soient occupés: elles datent de 1750; et on les citera toujours dans l'histoire du calcul intégral, comme le germe et l'origine de la théorie des fonctions elliptiques. Vient ensuite (en 1761) une des plus belles découvertes d'*Euler*, l'intégration sous forme finie, d'une équation à deux termes, dont aucun ne peut s'intégrer séparément. L'intégrale qu'Euler a obtenue, fait connaître les sinus et cosinus de la somme et de la différence des amplitudes de deux fonctions données; elle comprend les résultats particuliers que Fagnani avait donnés, et tout ce qui concerne le premier mode de comparaison des fonctions elliptiques et leur division en parties égales. Sur ce premier point, Euler n'a rien laissé à faire à ses successeurs, si ce n'est la résolution même des équations algébriques, d'où dépend la division d'une fonction donnée; résolution qui a été trouvée quatre-vingts ans plus tard, ainsi que nous le dirons à la fin de ce rapport. Mais M. Legendre remarque comme une chose singulière, qu'Euler ne se soit jamais occupé de l'autre mode de comparaison et de réduction des fonctions elliptiques. Le premier pas qu'on a fait dans cette seconde partie, est le théorème de *Landen*, sur la réduction de l'arc d'hyperbole aux arcs d'ellipse. Quelque temps après (en 1784), Lagrange donna une méthode applicable à toutes les fonctions elliptiques, dont le but est d'en faciliter le calcul numérique, en augmentant ou diminuant de plus en plus la grandeur du module. Et, en effet, après qu'on a rendu, par ce procédé, le module d'une fonction très-peu différent de zéro ou de l'unité, on achève ensuite, sans difficulté, le calcul de sa valeur approchée. En la considérant comme une méthode

Digitized by Google

d'approximation, celle que l'on doit à Lagrange ne laisse donc rien à désirer; mais indépendamment de leurs valeurs numériques, il existe entre les fonctions elliptiques, des relations nombreuses qu'il est intéressant de connaître, et qu'on doit regarder comme autant de théorèmes d'analyse, ou bien encore, comme autant d'intégrales particulières d'une équation à deux termes, d'où il est facile de conclure son intégrale complette. Or, à cet égard, Lagrange est loin d'avoir épuisé la matière; et il ne paraît pas même qu'il ait envisagé la question sous ce point de vue. Quoiqu'il en soit, par sa méthode on établit entre deux fonctions de première espèce, un rapport constant ou indépendant des amplitudes. Leurs modules se déduisent très-simplement l'un de l'autre; et en répétant indéfiniment la même opération, on obtient une suite de fonctions équivalentes dont le rapport change continuellement d'un terme à l'autre, et l'on forme en même temps la série de leurs modules, ascendante dans un sens et descendante dans le sens opposé. Cette série est ce qu'on appelle une *échelle de modules* : celle qui se déduit de la méthode de Lagrange était la seule que l'on connût jusqu'à ces derniers temps.

Tel était l'état de cette partie de la science en 1786, lorsque M. Legendre donna un premier mémoire sur la comparaison des arcs d'ellipse. Depuis cette époque, jusqu'à la publication de son Traité des fonctions elliptiques, en 1825, M. Legendre est à peu près le seul géomètre qui se soit occupé de cette théorie. Après en avoir perfectionné successivement toutes les parties, notre illustre confrère les a réunies en un corps de doctrine qui contient un grand nombre de réductions et de propriétés des fonctions elliptiques que l'auteur a le premier fait connaître, et particulièrement une nouvelle échelle de module dont la découverte lui est également due. L'ouvrage de M. Legendre renferme les méthodes les plus simples pour réduire en tables, les valeurs numériques des trois espèces de fonctions elliptiques; et joignant l'exemple aux préceptes, l'auteur a formé effectivement des tables de ces valeurs, calculées à un très-grand degré d'approximation. Elle contient aussi des tables analytiques, comprenant un grand nombre d'intégrales qui se réduisent aux fonctions elliptiques; réduction dont Maclaurin et d'Alembert avaient autrefois donné quel-

Digitized by Google

ques exemples. M. Legendre a joint à son ouvrage les solutions de plusieurs problèmes de géométrie et de mécanique, propres à montrer l'usage des fonctions elliptiques et des tables de leurs valeurs numériques.

J'essaierai maintenant de donner à l'Académie une idée générale de l'ouvrage qui lui a été adressé par M. Jacobi, professeur à l'Université de Kœnigsberg (1). L'auteur prouve que l'on peut transformer une fonction donnée de première espèce, en une autre, et établir entr'elles un rapport constant, en prenant pour le sinus de l'amplitude de l'une, une fonction rationnelle du sinus de l'amplitude de l'autre, qui contient un nombre impair quelconque, et dont il assigne tous les coefficiens pour chaque valeur de ce nombre (*note* A). Ces coefficiens renferment les racines de l'équation algébrique, relative à la division en ce même nombre de parties égales, de la fonction donnée, dans le cas où son amplitude est égal à un angle droit. M. Jacobi donne aussi, au moyen des mêmes racines, l'expression du rapport des deux fonctions et la relation de leurs modules. En répétant indéfiniment cette réduction d'une fonction à une autre, il en résultera donc une échelle de modules, qui équivaudra à un nombre illimité d'échelles différentes, à raison du nombre indéterminé dont elle dépend, et qui sera même une échelle multiple pour chaque valeur particulière de ce nombre, à cause que chaque module se déduit du précédent par la résolution d'une équation de degré élevé (*note B*). Ainsi la découverte principale de M. Jacobi consiste en ce qu'il a résolu d'une infinité de manières différentes, et par des formules très-remarquables en elles-mêmes, un problème d'analyse dont on ne connaissait auparavant que deux solutions particulières. L'échelle de modules que M. Legendre a trouvée et qui n'était pas encore connue de M. Jacobi, est renfermée dans la solution générale et répond au nombre trois. L'ancienne échelle n'y est pas comprise explicitement; mais elle a avec l'échelle indéterminée de M. Jacobi, une très-grande analogie et peut être censée appartenir au nombre deux.

L'équation algébrique entre les modules des deux fonctions qu'on veut réduire l'une à l'autre, étant très-difficile à former,

(1) Dans sa séance du 8 février 1830, l'Académie a nommé M. Jacobi *correspondant* pour la section de géométrie.

Digitized by Google

quand le nombre auquel ils répondent est un peu considérable, on y substitue avec avantage une équation transcendante, très-importante dans cette théorie, et dont M. Legendre a montré l'usage pour calculer la valeur approchée d'un terme quelconque de l'échelle des modules. M. Jacobi a aussi exprimé la relation entre deux modules consécutifs, par une équation différentielle du troisième ordre, qu'il a intégrée complètement au moyen des fonctions elliptiques. Des tables numériques de ces fonctions ayant été calculées, on peut maintenant admettre ce mode d'intégration dans l'analyse, aussi bien que l'intégration par arcs de cercle et par logarithmes. M. Legendre en avait déjà donné l'exemple, à l'égard de deux équations différentielles du second ordre et d'une équation du premier ordre, analogue à l'équation de *Riccati.*

Par une combinaison très-simple des formules de M. Jacobi, on obtient une solution nouvelle du problème de la multiplication et de la division des fonctions elliptiques dans le cas d'une amplitude quelconque, en supposant le problème résolu lorsque l'amplitude est un angle droit (*note C*). On en conclut immédiatement que l'équation relative à la division en un nombre impair de parties égales, dont le degré est marqué par le carré de ce nombre, peut se décomposer en deux autres, d'un degré seulement égal à ce même nombre. C'est de cette manière que M. Jacobi a résolu, le premier, par des radicaux du second et du troisième degré, le problème de la tri-section d'une fonction elliptique dont le module et l'amplitude sont donnés.

En rendant infini le nombre indéterminé que ses formules renferment, M. Jacobi parvient, dans la seconde partie de son ouvrage, à de nouvelles formules au moyen desquelles le sinus et d'autres fonctions trigonométriques de l'amplitude se trouvent exprimés, soit en produits d'une infinité de facteurs, soit en séries infinies (Note D). L'auteur fait voir comment ces séries peuvent servir à la démonstration des théorèmes de *Fermat;* ce qui établit un rapport singulier entre la décomposition des nombres en plusieurs carrés et la transformation des fonctions elliptiques, et donne lieu à une nouvelle application de l'analyse à la théorie des nombres, tout-à-fait semblable aux recherches d'Euler sur la *partition* des nombres. Enfin M.

Digitized by Google

Jacobi s'est aussi occupé de la réduction des fonctions de seconde et de troisième espèce ; et depuis la publication de l'ouvrage dont nous rendons compte, il a donné suite à ses recherches sur ce point, dans un mémoire qui fait partie de l'un des derniers numéros du journal de M. Crelle. Il nous serait impossible de donner aucune idée de cette partie de son travail ; nous dirons seulement que l'auteur propose de remplacer les fonctions elliptiques par deux autres transcendantes dont il a donné les développemens en séries, et qui seraient plus simples que la fonction de troisième espèce, en ce qu'elles ne dépendent que de deux élémens, tandis que cette fonction contient trois quantités, l'amplitude, le module et le paramètre

Aucun de nous n'a oublié les éloges que M. Legendre a donnés aux travaux de M. Jacobi, en les annonçant à l'Académie à mesure que l'auteur les lui communiquait, ou qu'il les publiait dans les Journaux de M. Schumacher et de M. Crelle. L'importance que M. Legendre y attache est encore prouvée par l'empressement qu'il a mis à publier deux supplémens à son Traité des fonctions elliptiques, où il expose les résultats de ces travaux, avec tous les développemens nécessaires et des additions qui lui appartiennent. Le suffrage de M. Legendre en cette matière suffisait seul pour fixer l'opinion des géomètres et la mienne en particulier. L'étude que je viens de faire de l'ouvrage de M. Jacobi n'a fait que confirmer l'idée que j'avais déjà du mérite de ses découvertes en analyse et de la haute capacité qu'elles supposent. Je partage également et je me plais à rappeler l'opinion émise par un de nos secrétaires, dans le compte rendu de 1828, en annonçant les travaux de M. Jacobi et d'un autre géomètre dont il me reste à parler : « les questions de la philosophie naturelle, dit M. Fourier, qui ont pour but l'étude mathématique de tous les grands phénomènes, sont aussi un digne et principal objet des méditations des géomètres. On doit désirer que les personnes les plus propres à perfectionner la science du calcul, dirigent leurs travaux vers ces hautes applications, si nécessaires aux progrès de l'intelligence humaine. »

Qu'il me soit permis, avant de terminer ce rapport, d'ajouter encore quelques mots concernant des recherches analogues à

Digitized by Google

celles de M. Jacobi, faites à la même époque par M. Abel de Christiania, dont la mort prématurée est une des plus grandes pertes que les sciences pouvaient éprouver (1). Par un singulier hasard, Abel et M. Jacobi, à peu près du même âge et inconnus l'un à l'autre, ont débuté en même temps dans la carrière des sciences, par de profondes investigations sur un même sujet, dont un seul géomètre s'occupait depuis long-temps; et plusieurs fois, il leur est arrivé de parvenir aux mêmes résultats, quoique les voies qu'ils ont suivies fussent très-différentes.

Dans son premier Mémoire sur les fonctions elliptiques, publié en 1827 dans le journal de M. Crelle, Abel eut l'heureuse idée de renverser la question et de considérer l'amplitude comme une fonction de l'intégrale, contrairement à ce qu'on avait fait jusque là. Il démontre que le sinus de l'amplitude est une fonction de l'intégrale qui a deux périodes distinctes, l'une réelle, comme le sinus d'un arc de cercle, et l'autre imaginaire, comme les fonctions exponentielles; ce qui est une découverte capitale, propre à jeter un jour sur la nature des fonctions elliptiques, et qui fait connaître la signification des racines réelles ou imaginaires des équations algébriques que l'on obtient en égalant à zéro ou à l'infini, le sinus et d'autres fonctions trigonométriques de l'amplitude. L'auteur en conclut diverses expressions de ces fonctions en produits et en séries infinies, que M. Jacobi a obtenues ensuite par un moyen tout différent, ainsi que nous l'avons dit plus haut. Le même mémoire renferme aussi pour une amplitude quelconque, la résolution complète de l'équation relative à la division d'une fonction elliptique, en supposant connue la résolution de la même équation dans le cas où l'amplitude est égale à un angle droit. Quant à ce cas particulier, l'auteur a d'abord fait voir que l'équation qui s'y rapporte peut se décomposer en deux équations auxiliaires d'un degré moins élevé, et que l'une de celles-ci est toujours résoluble par le procédé de M. Gauss, fondé sur la

(1) Les géomètres français sauront gré à M. Abel d'avoir écrit ses ouvrages dans notre langue, et à M. Jacobi d'avoir fait usage du français ou du latin.

Digitized by Google

relation qui existe entre les racines et sur la considération des racines primitives des nombres. En revenant de nouveau sur le même sujet, il a montré que la seconde équation auxiliaire peut encore se résoudre par le même procédé, mais seulement dans quelques circonstances particulières, qui ont lieu, par exemple, relativement à la *Lemniscate*; d'où il conclut que la circonférence entière de cette courbe se divisera en parties égales, par la règle et le compas, dans les mêmes cas que la circonférence du cercle, c'est-à-dire lorsque le nombre des parties sera premier et égal à une puissance de deux augmentée d'une unité.

Le second Mémoire du géomètre norvégien est postérieur aux premiers extraits publiés par M. Jacobi. L'auteur est conduit par ses propres idées à la transformation générale des fonctions de première espèce que son digne émule avait trouvée. Il termine son Mémoire en disant qu'il était achevé, lorsqu'il a eu connaissance du théorème de M. Jacobi; ce qu'on ne doit sans doute pas révoquer en doute, sans que cela change rien aux droits de M. Jacobi à l'antériorité.

Les recherches qu'il a publiées en moins de deux ans dans les journaux de M. Crelle et de M. Schumacher, prouvent, par leur nombre considérable, l'activité de son esprit et l'ardeur qu'il mettait à cultiver les sciences. Elles sont toutes remarquables par la généralité des considérations que l'auteur y expose, et par les vues nouvelles qu'il se proposait de développer. La mort a interrompu ses travaux avant qu'il eût achevé sa vingt-septième année; mais pendant une vie si courte, il s'est placé au premier rang parmi les géomètres; et dans ce qu'il a fait, la postérité saura reconnaître tout ce qu'il aurait pu faire s'il eût vécu davantage.

*Note* A.

La démonstration du théorème de M. Jacobi peut se diviser en trois parties que je vais successivement exposer.

I.

Considérons d'abord la différentielle.

$$\frac{dx}{\sqrt{(1-ax)(1-a'x)(1-a''x)(1-a'''x)}}$$

dans laquelle $a$, $a'$, $a''$, $a'''$, sont des constantes données;

proposons-nous d'y ramener une autre différentielle de la même forme, savoir :

$$\frac{\mu\, dy}{\sqrt{(1-by)(1-b'y)(1-b''y)(1-b'''y)}},$$

en prenant pour $y$ une fonction rationnelle de $x$, et déterminant convenablement, $\mu$, $b$, $b'$, $b''$, $b'''$, en fonctions de $a$, $a'$, $a''$, $a'''$. On suppose ces quatre constantes inégales, ainsi que $b, b', b'', b'''$, de manière que ces différentielles ne soient point intégrables sous forme finie.

Désignons par U et V deux fonctions rationnelles et entières de $x$, et par

$$y = \frac{U}{V},$$

la valeur cherchée de $y$. Pour que la seconde différentielle coïncide avec la première, il faudra qu'on ait

$$(V-bU)(V-b'U)(V-b''U)(V-b'''U)$$
$$= \mu^2(1-ax)(1-a'x)(1-a''x)(1-a'''x)\left(V\frac{dU}{dx}-U\frac{dV}{dx}\right)^2. \quad (1)$$

Or, si l'on trouve par un moyen quelconque, des valeurs de U et V, et d'un troisième polynome T, qui rendent identique l'équation :

$$(V-bU)(V-b'U)(V-b''U)(V-b'''U)$$
$$=(1-ax)(1-a'x)(1-a''x)(1-a'''x)\,T^2, \quad (2)$$

je dis qu'on aura nécessairement

$$T = \mu\left(V\frac{dU}{dx} - U\frac{dV}{dx}\right),$$

en donnant à la constante $\mu$ une valeur convenable.

En effet, les deux polynomes U et V étant premiers entre eux, et les coefficiens $b$, $b'$, $b''$, $b'''$, inégaux, les polynomes $V-bU$, $V-b'U$, $V-b''U$, $V-b'''U$, seront aussi premiers; par conséquent, les facteurs de $T^2$ ne pourront être que des facteurs doubles d'un ou de plusieurs de ces quatre polynomes. Réciproquement, les coefficiens $a$, $a'$, $a''$, $a'''$, étant aussi inégaux, tous les facteurs doubles de ces polynomes sont facteurs de $T^2$; donc $T^2$ est égal au produit de tous les facteurs doubles de $V-bU$, $V-b'U$, $V-b''U$, $V-b'''U$, multiplié par un coefficient constant. Observons, de plus, que si $p$ est le degré de U et V, ou du plus élevé de ces deux poly-

Digitized by Google

nomes, le premier membre de l'équation (2) sera du degré $4p$, et T, du degré $2p-2$; en sorte que ce nombre $2p-2$ sera celui des facteurs doubles de $V-bU$, $V-b'U$, $V-b''U$, $V-b'''U$.

D'un autre côté, on a identiquement

$$(V-bU)\frac{dU}{dx}-U\frac{d(V-bU)}{dx}=V\frac{dU}{dx}-U\frac{dV}{dx};$$

ce qui montre que tout facteur double de $V-bU$ est un facteur simple de $V\frac{dU}{dx}-U\frac{dV}{dx}$. Il en sera de même à l'égard de tout facteur double des trois autres polynomes $V-b'U$, $V-b''U$, $V-b'''U$; par conséquent, le carré de $V\frac{dU}{dx}-U\frac{dV}{dx}$ renfermera le produit de tous les facteurs doubles des quatre polynomes; ce qui exige que ce polynome $V\frac{dU}{dx}-U\frac{dV}{dx}$ oit au moins du degré $2p-2$. Or, si $p$ et $p'$ sont les degrés de U et de V, celui du polynome dont il s'agit ne pourra surpasser $p+p'-1$ : il sera égal à ce nombre, si $p$ et $p'$ sont égaux, et s'abaissera d'une unité, ou sera simplement égal à $2p-2$, dans le cas de $p'=p$; il faudra donc qu'on ait $p'=p$ ou $p'=p-1$; et dans ces deux cas le polynome $V\frac{dU}{dx}-U\frac{dV}{dx}$ sera du degré $2p-2$. Par conséquent son carré ne pourra être que le produit de tous les facteurs doubles de $V-bU$, $V-b'U$, $V-b''U$, $V-b'''U$, multiplié par un coefficient constant; donc, à un coefficient près, ce polynome sera le même que T; ce qu'il s'agissait de démontrer.

Ainsi, l'équation (1) sera une conséquence nécessaire de l'équation (2); et la transformation que nous voulons effectuer, se réduit à remplir la condition exprimée par cette dernière équation. Or, si l'on prend pour chacune des quantités U et V, le polynome le plus général du degré $p$, et pour T le polynome le plus général du degré $2p-2$, ces trois quantités comprendont $4p+1$ coefficiens indéterminés; on pourra en réduire le nombre à $4p$, en divisant le numérateur et le dénominateur de $y$ ou de la fraction $\frac{U}{V}$ par un de ces coefficiens, ou, ce qui revient au même, en le faisant égal à l'unité; en ajou-

tant à ces quantités les quatre constantes $b$, $b'$, $b''$, $b'''$, on aura donc $p4+4$ coefficiens indéterminés : le nombre des équations que l'on obtiendra en égalant les coefficiens de chaque puissance de $x$, dans les deux membres de l'équation (2), sera égal à $4p+1$ ; il sera donc inférieur de trois unités à celui des coefficiens dont on pourra disposer, et trois d'entr'eux resteront indéterminés. Mais cette énumération des inconnues et des équations de condition ne suffit pas pour établir *à priori* la possibilité de l'équation (2); car il pourrait arriver que les équations de condition fussent incompatibles, et qu'on n'y pût satisfaire, ni par des valeurs réelles, ni par des valeurs imaginaires des inconnues, quoique le nombre de celles-ci fût plus grand que celui des équations. D'ailleurs la méthode des coefficiens indéterminés ne pourrait conduire à aucun résultat général, et c'est par d'autres moyens qu'il faudra satisfaire à l'équation (2). Toutefois, comme on peut toujours faire disparaître les puissances impaires de la variable, dans les différentielles de la nature de celles que nous considérons, nous nous occuperons simplement de la tranformation exprimée par cette équation :

$$\frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}=\frac{\mu\, dy}{\sqrt{(1-y^2)(1-h^2y^2)}}, \quad (3)$$

dans laquelle $k$ est une constante donnée, et $\mu$ et $h$ sont des constantes inconnues. L'équation (2) sera alors remplacée par celle-ci :

$$(V^2-U^2)(V^2-h^2U^2)=(1-x^2)(1-k^2x^2)T^2. \quad (4)$$

II.

Si nous faisons

$$x=\sin.\varphi, \quad y=\sin.\psi;$$

l'équation (3) deviendra

$$\frac{d\varphi}{\sqrt{1-k^2\sin.^2\varphi}}=\frac{\mu\, d\psi}{\sqrt{1-h^2\sin.^2\psi}}.$$

En prenant les intégrales de ses deux membres, de manière qu'elles s'évanouissent avec les variables $\varphi$ et $\psi$, nous aurons

$$F(k,\varphi)=\mu F(h,\psi),$$

ensorte que la transformation demandée sera celle d'une fonction elliptique de première espèce en une autre ; $k$ et $\varphi$ étant le module et l'amplitude de la fonction donnée, $h$ et $\psi$ le

Digitized by Google

module et l'amplitude de la fonction cherchée, et $\mu$ le rapport de l'une à l'autre.

Représentons par K la fonction complète dont le module est $k$, de sorte qu'on ait

$$F(k, \tfrac{1}{2}\pi) = K;$$

$\pi$ désignant à l'ordinaire le rapport de la circonférence au diamètre. Soit $p$ un nombre impair quelconque; divisons K en un nombre $p$ de parties égales; prenons un nombre $m$ de ces parties, et représentons par $a_m$ l'amplitude de $\frac{m}{p}$K, ou, autrement dit, faisons

$$F(k, a_m) = \frac{m}{p}K.$$

Cela posé, nous allons considérer l'équation

$$1-y=(1\mp x)\frac{\left(1\pm\frac{x}{\sin.\alpha_{p-2}}\right)^2}{1-k^2\sin.^2\alpha_2}\cdot\frac{\left(1\mp\frac{x}{\sin.\alpha_{p-4}}\right)^2}{1-k^2\sin.^2\alpha_4}\cdots\frac{\left(1\mp\frac{x}{\sin.\alpha_1}\right)^2}{1-k^2\sin.\alpha_{p-1}}, \quad (5)$$

dans laquelle on prendra les signes supérieurs ou inférieurs selon que $p$ sera de la forme $4n+1$ ou $4n-1$.

Pour transformer cette équation en une autre, soit en général

$$F(k,\varphi)+F(k,\theta)=F(k,\sigma),$$
$$F(k,\varphi)-F(k,\theta)=F(k,\delta).$$

D'après les formules connues d'Euler, on aura

$$\left.\begin{aligned}\sin.\sigma&=\frac{\sin.\varphi\cos.\theta\sqrt{1-k^2\sin.^2\theta}+\sin.\theta\cos.\varphi\sqrt{1-k^2\sin.^2}}{1-k^2\sin.^2\varphi\sin.^2\theta},\\ \sin.\delta&=\frac{\sin.\varphi\cos.\theta\sqrt{1-k^2\sin.^2\theta}-\sin.\theta\cos.\varphi\sqrt{1-k^2\sin.^2\varphi}}{1-k^2\sin.^2\varphi\sin.^2\theta};\end{aligned}\right\} \quad (6)$$

et en faisant

$$K-F(k,\theta)=F(k,\theta'),$$

on en conclura sans difficulté (*)

$$\frac{\left(1-\frac{\sin.\varphi}{\sin.\theta'}\right)^2}{1-k^2\sin.^2\varphi\sin.^2\theta}=\frac{(1-\sin.\sigma)(1-\sin.\delta)}{\cos.^2\varphi},$$

Si l'on prend $\theta = \alpha_m$, on aura $\theta' = \alpha_{p-m}$, et en même temps

(*) Traité des fonctions elliptiques, Tom. III, page 4.

Digitized by Google

$$F(k,\sigma)=F(k,\varphi)+\frac{m}{p}K,$$

$$F(k,\delta)=F(k,\varphi)-\frac{m}{p}K.$$

Soit, pour abréger,

$$F(k,\varphi)=z;$$

l'angle $\varphi$ sera l'amplitude de $z$; on pourra écrire

$$x=\sin.\varphi=\sin.\,\mathrm{A}\,z,$$

Et par la même raison,

$$\sin.\sigma=\sin.\,\mathrm{A}\left(z+\frac{m}{p}K\right),\quad \sin.\delta=\sin.\,\mathrm{A}\left(z-\frac{m}{p}K\right);$$

d'où il résultera

$$\frac{\left(1-\frac{\sin.\alpha_{p-m}}{x}\right)^2}{1-k^2x^2\sin.^2\alpha_m}=\frac{\left[1-\sin.\mathrm{A}\left(z+\frac{m}{p}K\right)\right]\left[1-\sin.\mathrm{A}\left(z-\frac{m}{p}K\right)\right]}{\cos.^2\alpha_m}.$$

A cause que le signe de l'amplitude change avec celui de la fonction, on pourra mettre $-x$ et $-z$ à la place de $x$ et $z$; on aura, par conséquent, cette double expression :

$$\frac{\left(1\pm\frac{\sin.\alpha_{p-m}}{x}\right)^2}{1-k^2x^2\sin.^2\alpha_m}=\frac{\left[1\pm\sin.\mathrm{A}\left(z-\frac{m}{p}K\right)\right]\left[1\pm\sin.\mathrm{A}\left(z+\frac{m}{p}K\right)\right]}{\cos.^2\alpha_m},$$

au moyen de laquelle la formule (5) deviendra

$$1-y=\frac{(1\mp\sin.\,\mathrm{A}\,z)\,\mathrm{P}\,\mathrm{P}'}{\cos.^2\alpha_2\cos.^2\alpha_4\,\ldots\ldots\,\cos.^2\alpha_{p-1}};\qquad(7)$$

P désignant le produit des $\frac{p-1}{2}$ facteurs :

$$1\mp\sin.\,\mathrm{A}\left(z-\frac{2}{p}K\right),\quad 1\mp\sin.\,\mathrm{A}\left(z-\frac{4}{p}K\right),\ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots\;1\mp\sin.\,\mathrm{A}\left(z-\frac{p-1}{p}K\right),$$

et P' celui des $\frac{p-1}{p}$ facteurs :

$$1\mp\sin.\,\mathrm{A}\left(z+\frac{2}{p}K\right),\quad 1\mp\sin.\,\mathrm{A}\left(z+\frac{4}{p}K\right),\ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots\;1\mp\sin.\,\mathrm{A}\left(z+\frac{p-1}{2}\right).$$

Les amplitudes de $2K$ et $4K$ étant $\pi$ et $2\pi$, on a

$\sin.\,\mathrm{A}(\zeta+2K)=-\sin.\,\mathrm{A}\,\zeta,\quad \sin.\,\mathrm{A}(\zeta+4K)=\sin.\,\mathrm{A}\,\zeta,$

quelque soit $\zeta$; d'après cela nous mettrons $z+2K$ à la place

de $z$ dans les facteurs impairs de P et P′, et nous changerons les signes des sinus qu'ils contiennent, puis nous augmenterons $z$ de 4 K dans les facteurs pairs de P sans autre changement; cela fait, si l'on réunit les facteurs pairs de l'une des séries aux facteurs impairs de l'autre, on formera ces deux autres séries, de chacune $\frac{p-1}{2}$ facteurs, savoir :

$$1 \mp sin.\, A\left(z+\frac{4}{p}K\right), \quad 1 \mp sin.\, A\left(z+\frac{8}{p}K\right), \ldots\ldots$$

$$\ldots\ldots\; 1 \mp sin.\, A\left(z+\frac{2p-2}{p}K\right),$$

$$1 \mp sin.\, A\left(z+\frac{2p+2}{p}K\right), \quad 1 \mp sin.\, A\left(z+\frac{2p+6}{p}K\right), \ldots$$

$$\ldots\ldots\; 1 \mp sin.\, A\left(z+\frac{4p-4}{p}\right),$$

dont P P′ sera toujours le produit. Par conséquent la valeur précédente de $1-y$ deviendra

$$1-y=\frac{(1 \mp sin. Az)\left[1 \mp sin. A\left(z+\frac{4}{p}K\right)\right]\cdots\left[1 \mp sin A\left(z+\frac{4p-4}{p}K\right)\right]}{cos.^2 \alpha_2\, cos.^2 \alpha_4 \ldots\, cos.^2 \alpha_{p-1}}, \quad (8)$$

où l'on prendra toujours les signes supérieurs ou inférieurs selon que $p$ sera de la forme $4n+1$ ou $4n-1$.

Cette formule nous montre que la quantité $1-y$ ne changera pas, si l'on y met $z+\frac{4}{p}K$ à la place de $z$; car alors chaque facteur du numérateur se changera dans le suivant, et le dernier dans le premier. Il en résulte que $1-y$ ne changera pas non plus en y mettant $z+\frac{4m}{p}K$ à la place de $z$, $m$ étant un nombre entier quelconque, positif ou négatif. Or, en faisant $z=0$ dans les premières expressions des facteurs de P et P′, leur produit devient

$$P P' = cos.^2 \alpha_2\, cos.^2 \alpha_4 \ldots\, cos.^2 \alpha_{p-1},$$

parce que l'on a

$$1 - sin.^2 A\left(\frac{2m}{p}K\right) = cos.^2 \alpha_{2m}.$$

D'après la formule (7), on aura donc $1-y=1$, ou $y=0$, pour $z=0$, et par conséquent pour $z=\frac{4m}{p}K$.

Digitized by Google

Maintenant l'équation (8) donne

$$y=\frac{U}{V},$$

en prenant

$V=(1-k^2x\,sin.^2\alpha_2)(1-k^2x^2sin.^2\alpha_4)\ldots(1-k^2x^2sin.^2\alpha_{p-1})$, et désignant par U une fonction rationnelle et entière de $x$, qui sera du degré $p$. Cette fonction sera nulle, ainsi que $y$, pour $z=\frac{4m}{p}K$, c'est-à-dire, quand on y fera $x=sin.A\left(\frac{4m}{p}K\right)$; d'où il résulte que les $p$ racines de l'équation $U=0$, seront

$$0,\pm sin.A\left(\frac{4}{p}K\right),\pm sin.A\left(\frac{8}{p}K\right),\ldots\pm sin.A\left(\frac{2p-2}{p}K\right),$$

ou, ce qui est la même chose,

$$0,\pm sin.A\left(\frac{2}{p}K\right),\pm sin.A\left(\frac{4}{p}K\right),\ldots\pm sin.A\left(\frac{p-1}{p}K\right).$$

Nous aurons donc

$$U=\frac{x}{\mu}\left(1-\frac{x^2}{sin.^2\alpha_2}\right)\left(1-\frac{x^2}{sin.^2\alpha_4}\right)\ldots\left(1-\frac{x^2}{sin.^2\alpha_{p-1}}\right);$$

$\mu$ désignant une quantité indépendante de $x$ qui restera à déterminer. Par conséquent, la valeur de $y$ aura pour expression :

$$y=\frac{x}{\mu}\cdot\frac{1-\frac{x^2}{sin.^2\alpha_2}}{1-k^2sin.^2\alpha_2}\cdot\frac{1-\frac{x^2}{sin.^2\alpha_4}}{1-k^2x^2sin.^2\alpha_4}\ldots\frac{1-\frac{x^2}{sin.^2\alpha_{p-1}}}{1-k^2x^2sin.^2\alpha_{p-1}}.\quad(9)$$

Pour déterminer $\mu$, j'observe qu'en faisant $x=\pm1$, selon que $\frac{1}{2}(p-1)$ sera pair ou impair, l'équation (8) donnera $y=1$ dans les deux cas. Je fais donc à la fois $x=\pm1$ et $y=1$ dans l'équation (9); le nombre des facteurs de son second membre, le premier excepté, étant $\frac{1}{2}(p-1)$, il en résultera

$$\mu=\frac{(1-k^2sin.^2\alpha_2)(1-k^2sin.^2\alpha_4)\ldots(1-k^2sin.^2\alpha_{p-1})}{cot.^2\alpha_2\,cot.^2\alpha_4\ldots cot.^2\alpha_{p-1}}.$$

D'ailleurs à cause de

$$F(k,\alpha_{2m})=\frac{2m}{p}F(k,\tfrac{1}{2}\pi),\,F(k,\alpha_{p-2m})=\frac{p-2m}{p}F(k,\tfrac{1}{2}\pi),$$

on aura

$$F(k,\tfrac{1}{2}\pi)-F(k,\alpha_{2m})=F(k,\alpha_{p-2m});$$

si donc on prend $\varphi=\frac{1}{2}\pi$, $\theta=\alpha_{2m}$, $\delta=\alpha_{p-2m}$, la seconde équation (6) donnera

$$sin.^2\alpha_{p-2m}=\frac{cos.^2\alpha_{2m}}{1-k^2sin.^2\alpha_{2m}};\quad(10)$$

Digitized by Google

au moyen de quoi la valeur précédente de $\mu$ deviendra plus simplement

$$\mu = \frac{\sin.^2 \alpha_1 \sin.^2 \alpha_3 \ldots . \sin.^2 \alpha_{p-2}}{\sin.^2 \alpha_{p-1} \sin.^2 \alpha_{p-3} \ldots . \sin.^2 \alpha_2} . \qquad (11)$$

III.

Il résulte de l'équation (9) que $y$ change de signe avec $x$ ; si donc on met $-x$ et $-y$ à la place de $x$ et $y$ dans l'équation (8), on aura la valeur de $1+y$ ; et en la multipliant par celle de $1-y$, et prenant la racine carrée du produit, on en conclura

$$\sqrt{1-y^2} = \sqrt{1-x^2}\, \frac{\left(1-\frac{x^2}{\sin.^2 \alpha_{p-2}}\right)\left(1-\frac{x^2}{\sin.^2 \alpha_{p-4}}\right) \ldots . \left(1-\frac{x^2}{\sin.^2 \alpha_1}\right)}{(1-k^2x^2\sin.^2\alpha_2)(1-k^2x^2\sin.^2\alpha_4) \ldots . (1-k^2x^2\sin.^2\alpha_{p-1})} . \quad (12)$$

Je désigne par $\frac{1}{u}$ ce que devient $y$ quand on y met $\frac{1}{kx}$ au lieu de $x$ ; d'après les équations (9) et (10), on aura

$$u = y\, k^p \mu^2 \sin.^4 \alpha_2 \sin.^4 \alpha_4 \ldots . \sin.^4 \alpha_{p-1} ;$$

c'est-à-dire, $u = hy$, en ayant égard à la valeur de $\mu$, et faisant

$$h = k^p \sin.^4 \alpha_1 \sin.^4 \alpha_3 \ldots . \sin.^4 \alpha_{p-2} ; \qquad (13)$$

d'où l'on conclut que $x$ et $y$ se changent simultanément en $\frac{1}{kx}$ et $\frac{1}{hy}$. J'effectue ce double changement dans l'équation (12); en divisant ses deux membres par $\sqrt{-1}$, il vient

$$\frac{1}{hy}\sqrt{1-h^2y^2} = \frac{1}{6x}\sqrt{1-x^2}\, \frac{(1-k^2x^2\sin.^2\alpha_{p-2})(1-k^2x^2\sin.^2\alpha_{p-4}) \ldots}{\left(1-\frac{x^2}{\sin.^2\alpha_2}\right)\left(1-\frac{x^2}{\sin.^2\alpha_4}\right) \ldots \ldots}\, ,$$

où l'on a fait pour abréger,

$$k^p \sin.^2 \alpha_1 \sin.^2 \alpha_3 \ldots \sin.^2 \alpha_{p-2} . \sin.^2 \alpha_2 \sin.^2 \alpha_4 \ldots \sin.^2 \alpha_{p-1} = 6 .$$

Je multiplie l'équation précédente par $hy$ ; je substitue ensuite dans son second membre, la valeur de $y$ donnée par l'équation (9) : en tenant compte des valeurs de $\mu$, $h$, $6$, on obtient

$$\sqrt{1-h^2y^2} = \sqrt{1-k^2x}\, \frac{(1-k^2x^2\sin^2\alpha_{p-2})(1-k^2x^2\sin^2\alpha_{p-4}) \ldots (1-k^2x^2\sin^2\alpha_1)}{(1-k^2x^2\sin^2\alpha_2)(1-k^2x^2\sin^2\alpha_4) \ldots (1-k^2x^2\sin^2\alpha_{p-1})} , \quad (14)$$

Au moyen des formules (12) et (14), nous aurons

$$\sqrt{(1-y^2)(1-k^2y^2)} = \sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)} = \frac{QQ'}{V^2} ,$$

en faisant, pour abréger,

$$Q = \left(1-\frac{x^2}{\sin.^2 \alpha_1}\right)\left(1-\frac{x^2}{\sin.^2 \alpha_3}\right) \ldots . \left(1-\frac{x^2}{\sin.^2 \alpha_{p-2}}\right) ,$$

$$Q' = (1-k^2x^2\sin.^2\alpha_2)(1-k^2x^2\sin.^2\alpha_4) \ldots . (1-k^2x^2\sin.^2\alpha_{p-1}) ,$$

Digitized by Google

et prenant pour V la même valeur que précédemment. Si donc on met $\frac{U}{V}$ à la place de $y$, on aura

$$(V^2 - U^2)(V^2 - h^2 U^2) = (1 - x^2)(1 - k^2 x^2) Q^2 Q'^2;$$

ce qui montre qu'on remplit la condition exprimée par l'équation (4), au moyen des valeurs précédentes de V, U, $h$, et en prenant QQ' pour T; par conséquent, en vertu de la première partie de cette démonstration, la valeur $\frac{U}{V}$ de $y$, ou la formule (9) satisfera à l'équation différentielle (3); $\mu$ et $h$ étant donnés en fonctions de $k$ par les formules (11) et (13). C'est en cela que consiste le théorème de M. Jacobi, qu'il s'agissait de démontrer.

L'équation (9) sera une intégrale particulière de cette équation différentielle; on en déduira l'intégrale complète, en désignant par $c$ une constante arbitraire, et remplaçant $y$ par

$$\frac{y\sqrt{(1-c^2)(1-h^2c^2)} + c\sqrt{(1-y^2)(1-h^2y^2)}}{1 - h^2c^2y^2},$$

dans les deux équations; substitution qui ne changera rien, comme on sait, au second membre de l'équation différentielle.

Les expressions du multiplicateur $\mu$ et du module $h$ peuvent être présentées sous différentes formes, équivalentes aux formules (11) et (13). Les trois équations (9), (12) et (14), sont aussi équivalentes : elles font connaître les valeurs de sin. $\psi$, cos. $\psi$ et $\sqrt{1 - h^2 \sin.^2 \psi}$, relatives à l'amplitude de la fonction cherchée, au moyen du sinus de l'amplitude $\varphi$ de la fonction donnée et de son module $k$. Si l'on voulait avoir immédiatement l'amplitude $\psi$, on emploirait la formule (*a*)

$$\psi = \varphi + 2\varphi_2 + 2\varphi_4 + \ldots\ldots + 2\varphi_{p-1}.$$

dans laquelle $\varphi_m$ est déterminé par l'équation

$$\text{tang. } \varphi_m = \frac{\cos.\ \alpha^m}{\sin.\ \alpha^{p-m}} \text{ tang. } \varphi. \qquad (b)$$

137. **Note sur la probabilité du résultat moyen des observations; par M. Poisson.**

C'est à Laplace que l'on doit la formule d'après laquelle on détermine cette probabilité dans le cas où les observations

(*a*) Traité des fonctions elliptiques, Tom. III, p. 26.

(*b*) Les notes B, C, D, qui terminent le Rapport, et dont l'objet a été indiqué plus haut (pages 253 et 254), sont d'une trop grande étendue pour pouvoir trouver place dans le *Bulletin*.

Digitized by Google

sont en très-grand nombre, et quelle que soit la loi de possibibilité des erreurs dont cette formule est indépendante, pourvu seulement que les erreurs égales et de signes contraires soient également possibles, Elle ne suppose pas que cette loi inconnue reste la même dans toute la série des observations, ainsi que je l'ai déjà fait voir dans mon dernier Mémoire sur ce sujet (*); et cela permet de l'appliquer à des expériences faites par des observateurs et avec des instrumens différens. Voici en quoi consiste cette formule que son illustre auteur a donnée et dont il a fait les applications les plus intéressantes, dans la *Théorie Analytique des Probabilités.*

Appelons A la chose quelconque que l'on a mesurée, et $x$ sa valeur inconnue. Soit $n$ le nombre des mesures que l'on a faites. Désignons par $a_1$, $a_2$, $a_3$, ... $a_n$, les valeurs égales ou inégales qu'elles ont données pour A. Soit $s$ leur somme et $m$ la moyenne de toutes ces valeurs, en sorte qu'on ait

$$s = a_1 + a_2 + a_3 - + a_n\,,\quad m = \frac{s}{n},$$

Si l'on retranche successivement $m$, des valeurs particulières $a_1$, $a_2$, $a_3$, ... $a_n$, on aura leurs écarts de part et d'autre de la moyenne, qui seront, en général, de très-petites quantités par lesquelles on a coutume de juger de la bonté des observations. Appelons $h$ la demi-somme de leurs carrés, c. à d. faisons

$$2h = (a_1 - m)^2 + (a_2 - m)^2 + \ldots + (a_n - m)^2\,. \qquad (1)$$

Il y aura une certaine probalité $p$, que l'erreur à craindre, en prenant $m$ pour la valeur de A, sera comprise entre les limites :

$$\pm \frac{2\alpha\sqrt{h}}{n},$$

ou, autrement dit, pour que la différence $x - m$ n'excède pas $\frac{2\alpha\sqrt{h}}{n}$, abstraction faite du signe; $\alpha$ étant un coefficient numérique que l'on prendra à volonté et d'où dépendra la grandeur de $p$. Or, si $n$ est un grand nombre, et qu'on néglige les quantités de l'ordre de la fraction $\frac{1}{n}$, la valeur de $p$ s'exprimera par la formule :

$$p = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\alpha} e^{-t^2}\, dt, \qquad (2)$$

(*) Additions à la Connaissance des Temps de l'année 1832.

Digitized by Google

dans laquelle $e$ est la base des logarithmes népériens, et $\pi$ le rapport de la circonférence au diamètre.

On trouve à la fin des *Réfractions Astronomiques* de Kramp, une table des valeurs numériques de cette intégrale, d'où il résulte que la probabilité $p$ approche rapidement de la certitude à mesure que $\alpha$ augmente, et qu'elle n'en diffère pas, par exemple, d'un demi-millième, pour une valeur peu considérable de $2\alpha$, telle que $2\alpha = 5$.

Si l'on veut avoir $p = \frac{1}{2}$, il faudra prendre $\alpha = 0, 4764$, à très-peu près. Ainsi, il y aura un contre un à parier, que l'erreur à craindre sur le résultat moyen d'un grand nombre $n$ d'observations, tombera entre les limites :

$$\pm \frac{0,9528}{n} \sqrt{h};$$

la valeur de $h$ étant déduite de leurs écarts, au moyen de l'équation (1), que l'on peut aussi écrire sous cette forme équivalente :

$$2h = \frac{1}{n} s - \frac{1}{n^2} \sigma;$$

en désignant par $\sigma$ la somme des carrés des $n$ quantités $a_1$, $a_2$, ... $a_n$, et appelant toujours $s$ la somme de ces mêmes quantités.

La démonstration de l'équation (2) est fondée sur la méthode que Laplace a donnée pour réduire en séries convergentes, les intégrales relatives à des quantités affectées de très-grands exposans. Quand elle est démontrée pour le cas d'une seule inconnue mesurée directement, on peut l'étendre, sans recourir de nouveau à cette méthode, à une fonction linéaire de deux ou plusieurs inconnues dont chacune a été mesurée un très-grand nombre de fois; car alors la loi de possibilité des erreurs de chaque inconnue, a une expression connue, de laquelle on peut déduire immédiatement la loi relative aux erreurs de la fonction.

Pour le faire voir, soient A, A′, C, trois choses quelconques, dont les valeurs inconnues seront $x$, $x'$, $z$. Supposons que ces trois quantités doivent être liées entr'elles par l'équation :

$$z = kx + k'x',$$

dans laquelle $k$ et $k'$ sont des coefficiens donnés. On a mesuré directement A et A′, des nombres de fois très-grand et représentes

Digitized by Google

par $n$ et $n'$ ; on désigne par $m$ et $m'$, les moyennes de toutes les valeurs qu'on a trouvées, et par $h$ et $h'$, les demi-sommes des carrés de leurs écarts : si l'on fait, pour abréger

$$6 = \frac{2\alpha\sqrt{h}}{n}, \qquad 6' = \frac{2\alpha\sqrt{h'}}{n'},$$

il y aura la probabilité $p$, donnée par la formule (1), que la différence $x - m$ sera comprise entre les limites $\pm 6$, et la même probabilité $p$ que la différence $x' - m'$ aura pour limites $\pm 6'$. Or, en prenant

$$\gamma = \sqrt{k^2 6^2 + k'^2 6'^2},$$

il y aura encore la probabilité $p$ que l'erreur à craindre sur la valeur $k m + k' m'$ de C, sera comprise entre $\pm \gamma$, ou que la différence $z - k\ m - k'\ m'$, n'exédera pas $\gamma$, abstraction faite du signe.

En effet, faisons

$$x = m + v, \qquad x' = m' + v';$$

les probabilités infiniment petites des erreurs représentées par $v$ et $v'$, seront, comme on sait

$$\frac{n}{2\sqrt{\pi h}} e^{-\frac{n^2 v^2}{h h}} dv, \quad \frac{n'}{2\sqrt{\pi h'}} e^{-\frac{n'^2 v'^2}{4 h'}} dv',$$

en négligeant les termes de l'ordre de $\frac{1}{n}$ ou $\frac{1}{n'}$, et supprimant d'avance les termes de l'ordre de $\frac{1}{\sqrt{n}}$ ou $\frac{1}{\sqrt{n'}}$, lesquels ne renfermeraient que de puissances impaires de $v$ ou $v'$, et disparaîtraient, pour cette raison, dans le résultat final qui sera exact aux quantités près de l'ordre des carrés et des produits de ces dernières fractions. La probabilité que les deux erreurs $v$ et $v'$ auront lieu simultanément, sera le produit des deux probabilités précédentes, ou, ce qui est la même chose,

$$\frac{\alpha^2}{\pi 6 6'} e^{-\alpha^2\left(\frac{v^2}{6^2} + \frac{v'^2}{6'^2}\right)} dv\, dv',$$

en ayant égard aux valeurs de $6$ et $6'$. Si donc on fait

$$k v + k' v' = u,$$

que l'on intègre la formule précédente, et qu'on étende l'intégrale à toutes les valeurs de $v$ et $v'$, qui satisfont à cette équation, on aura la probabilité infiniment petite qu'en prenant $k m + k' m'$ pour la valeur de C, l'erreur sera précisément égale à $u$. Or, soit

Digitized by Google

$$v = \frac{u}{k+k'} + k'\theta, \quad v' = \frac{u}{k+k'} - k\theta;$$

on aura $k\,v + k'\,v' = u$, quelle que soit la variable $\theta$. Il faudra donc étendre l'intégrale relative à $\theta$, depuis $\theta = -\infty$ jusqu'à $\theta = \infty$; d'ailleurs en substituant les variables $u$ et $\theta$ à $v$ et $v'$, on aura, d'après la règle connue pour la transformation des intégrales doubles,

$$d\,v\,d\,v' = d\,u\,d\,\theta;$$

on aura donc

$$\frac{\alpha^2 du}{\pi 6 6'}\left[\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{\alpha^2\gamma^2\theta^2}{6^2 6'^2} - \frac{2\alpha^2(k'6'^2 - k6^2)u\theta}{6^2 6'^2(k+k')}}\,d\theta\right] e^{-\frac{\alpha^2(6^2+6'^2)u^2}{6^2 6'^2(k+k')^2}},$$

pour la probabilité de l'erreur $u$, en désignant par $\gamma$ la même quantité que plus haut. Mais d'après une formule connue, l'intégrale relative à $\theta$ a pour valeur,

$$\frac{6\,6'\sqrt{\pi}}{\alpha\gamma}\, e^{\frac{\alpha^2(k'6'^2 - k6^2)^2 u^2}{6^2 6'^2 \gamma^2 (k+k')^2}};$$

ce qui réduit cette probabilité à

$$\frac{\alpha\,d\,u}{\gamma\sqrt{\pi}}\, e^{-\frac{\alpha^2 u^2}{\gamma^2}}.$$

Par conséquent, si nous appelons $q$ la probabilité que l'erreur à craindre sur la valeur $k\,m + k'\,m'$ de C, sera comprise entre les limites $\pm\gamma$, nous aurons

$$q = \frac{\alpha}{\gamma\sqrt{\pi}} \int_{-\gamma}^{\gamma} e^{-\frac{\alpha^2 u^2}{\gamma^2}}\, d\,u;$$

et en faisant

$$\frac{\alpha u}{\gamma} = t, \quad \frac{\alpha\,d\,u}{\gamma} = d\,t,$$

il en résultera finalement

$$q = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\alpha}^{\alpha} e^{-t^2}\, d\,t = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{0}^{\alpha} e^{-t^2}\, d\,t,$$

c'est-à-dire $q = p$; ce qu'il s'agissait de démontrer.

Ce résultat s'étend à une fonction linéaire de trois ou d'un plus grand nombre d'inconnues $x$, $x'$, $x''$, etc. Il s'accorde

Digitized by Google

avec la règle énoncée sans démonstration pour une fonction quelconque, dans le tome IV[e] des *Recherches statistiques sur la ville de Paris.*

Quoique la formule (2) soit généralement indépendante de la loi de possibilité des erreurs, j'ai cependant eu déjà l'occasion de remarquer (*) qu'il y a un cas singulier où elle n'aurait pas lieu, et où les limites de l'erreur à craindre sur le résultat moyen, avec une probabilité déterminée, n'approcherait pas de plus en plus de la vraie valeur de l'inconnue, à mesure qu'on augmenterait le nombre des observations. Dans ce cas d'exception, dont on peut faire abstraction dans la pratique, la règle relative à une fonction de plusieurs inconnues cesserait également d'avoir lieu.

### 138. ANALYSE D'UN MÉMOIRE SUR LA RÉSOLUTION ALGÉBRIQUE DES ÉQUATIONS; par M. E. GALOIS.

On appelle équations non-primitives les équations qui étant, par exemple, du degré $mn$, se décomposent en $m$ facteurs du degré $n$, au moyen d'une seule équation du degré $m$. Ce sont les équations de M. Gauss. Les équations primitives sont celles qui ne jouissent pas d'une pareille simplification. Je suis, à l'egard des équations primitives, parvenu aux résultats suivans.

1° Pour qu'une équation de degré premier soit résoluble par radicaux, il faut et il suffit que deux quelconques de ses racines étant connues, les autres s'en déduisent rationnellement.

2° Pour qu'une équation primitive du degré $m$ soit résoluble par radicaux, il faut que $m = p^{\nu}$, $p$ étant un nombre premier.

3° A part les cas mentionnés ci-dessus, pour qu'une équation primitive du degré $p^{\nu}$ soit résoluble par radicaux, il faut que deux quelconques de ses racines étant connues, les autres s'en déduisent rationnellement.

A la règle précédente échappent les cas très-particuliers qui suivent :

1° le cas de $m = p^{\nu} = 9,\ = 25$.

2° le cas de $m = p^{\nu} = 4$, et généralement celui où $a^{\alpha}$ étant un diviseur de $\dfrac{p^{\nu}-1}{p-1}$ on aurait, $a$ premier et

(*) Additions à la Connaissance des Temps, de l'année 1827.

$$\frac{p^{\nu}-1}{a^{\alpha}(p-1)}\nu = p. \qquad (\text{mod. } a^{\alpha}).$$

Ces cas s'écartent toutefois fort peu de la règle générale.

Quand $m = 9, = 25$, l'équation devra être du genre de celles qui déterminent la trisection et la quintisection des fonctions elliptiques.

Dans le second cas, il faudra toujours que deux des racines étant connues, les autres s'en déduisent, du moins au moyen d'un nombre de radicaux du degré $p$, égal au nombre des diviseurs $a^{\alpha}$ de $\frac{p^{\nu}-1}{p-1}$ qui sont tels que

$$\frac{p^{\nu}-1}{a^{\alpha}(p-1)}\nu = p \qquad (\text{mod. } a^{\alpha}) \qquad a \text{ premier.}$$

Toutes ces propositions ont été déduites de la théorie des permutations.

Voici d'autres résultats qui découlent de ma théorie.

1° Soit $k$ le module d'une fonction elliptique, $p$ un nombre premier donné $> 3$; pour que l'équation du degré $p + 1$ qui donne les divers modules des fonctions transformées relativement au nombre $p$, soit résoluble par radicaux, *il faut* de deux choses l'une, ou bien qu'une des racines soit rationnellement connue, ou bien que toutes soient des fonctions rationnelles les unes des autres. Il ne s'agit ici, bien entendu, que des valeurs particulières du module $k$. Il est évident que la chose n'a pas lieu en général. Cette règle n'a pas lieu pour $p = 5$.

2° Il est remarquable que l'équation modulaire générale du 6ᵉ degré, correspondant au nombre 5, peut s'abaisser à une du 5ᵉ degré dont elle est la réduite. Au contraire, pour des degrés supérieurs, les équations modulaires ne peuvent s'abaisser.

139. Sur les Racines primitives des nombres premiers; par M. G. Libri.

M. Cauchy a annoncé à l'Académie des Sciences de Paris dans sa séance du 9 novembre 1829, qu'il a découvert le moyen de déterminer les racines primitives des nombres, mais qu'il ne fera connaître sa méthode que plus tard. Depuis quelques mois j'ai trouvé deux solutions de ce problème qui diffèrent

Digitized by Google

beaucoup entr'elles. J'avais l'intention de les publier dans le second volume de mes *Mémoires de Mathématiques et de Physique ;* mais l'annonce de M. Cauchy me force à dire sur-le-champ quelques mots de mes recherches, afin de ne pas être prévenu par lui. Je n'entrerai point dans de grands détails, je me bornerai à un cas praticulier pour faire apprécier ma méthode. Je donnerai plus tard la démonstration générale; la citation que je vais faire trouvera naturellement sa place dans cette démonstration générale.

Si l'on demande les racines primitives du nombre 7, on cherchera les racines communes aux deux congruences.

$$x^3+1\equiv 0\ (\text{mod. } 7.),\quad x^5-x^3-x^2+1\equiv 0\ (\text{mod. } 7.)$$

et l'on aura la *congruence*

$$x-6\equiv 0\ (\text{mod. } 7.)$$

ensuite en divisant $x^3+1$ par $x-6$, on aura

$$\frac{x^3+1}{x-6}\equiv x^2-x+1\equiv 0\ (\text{mod. } 7.)$$

et le facteur $x-3$ qui est le plus grand commun diviseur entre les deux congruences

$$x^2-x+1\equiv 0(\text{mod.} 7.)\qquad (x+2)^2-(x+2)+1\equiv 0(\text{mod.} 7.)$$

indiquera que 3 est la racine primitive de 7. Une autre racine primitive du même nombra sera

$$3^5\equiv 5\ (\text{mod. } 7.)$$

et les nombres 3 et 5 seront les racines primitives cherchées.

La méthode dont je viens de faire une application, sert non-seulement à la recherche directe des racines primitives, problème tenté en vain par une foule de géomètres, mais conduit également à la résolution des congruences de tous les degrés. (*Antologia;* nov. et déc. 1829.)

### 140. Sur l'intégration d'une certaine classe d'équations aux différences partielles; par M. Augustin Louis Cauchy.

La solution d'un grand nombre de questions de physique mathématique dépend de l'intégration d'équations aux différences partielles linéaires, et à coefficiens constans, dans lesquelles les dérivées de la variable principale sont toutes du même ordre. Telles sont en particulier les équations qui expriment les lois de la propagation des ondes à la surface d'un liquide renfermé dans un canal dont la profondeur est très-petite, et les lois

de la propagation du son dans un gaz, dans un liquide, ou dans un corps solide élastique. Il était important d'obtenir les intégrales générales des équations de ce genre sous une forme telle qu'on pût en déduire aisément la connaissance des phénomènes que ces équations représentent. Tel est l'objet de divers mémoires que j'ai présentés dernièrement à l'Académie des sciences. Je vais donner en peu de mots une idée des résultats auxquels je suis parvenu, et qui me paraissent dignes de fixer un instant l'attention des géomètres.

Soit $\varphi$ une fonction des variables indépendantes, $x, y, z, \ldots t$; servons-nous d'ailleurs, pour plus de simplicité, de la solution adoptée dans le 2ᵉ volume des Exercices de mathématiques, et désignons en conséquence, par

$$D_x^h D_y^k D_z^l \ldots D^m \varphi$$

la dérivée

(1) $$\frac{d^{h+k+l+\ldots+m}\varphi}{dx\ dy^k\ dz^l \ldots dt^m}.$$

Une équation linéaire aux différences partielles et à coefficiens constans, entre la variable principale $\varphi$, et les variables indépendantes $x, y, z, \ldots t$, pourra s'écrire comme il suit

(2) $$F(D_x, D_y, D_z, \ldots D_t)\varphi = 0,$$

la fonction F, $(u, v, w, s)$, étant ce qui devient le premier membre de l'équation, aux différences partielles quand on y remplace les diverses valeurs de l'expression (1) par les valeurs correspondantes du produit

$$u^h v^k w^l \ldots s^m.$$

De plus, si, dans l'équation (2), toutes les dérivées de $\varphi$ sont du même ordre, $F(u, v, w, \ldots s)$ sera une fonction homogène de $u, v, w, s$. Cela posé, en suivant le principe que j'ai indiqué dans les Mémoires ci-dessus mentionnés, on pourra intégrer l'équation (2), de manière que les fonctions arbitraires introduites par l'intégration soient les valeurs de $\varphi$ $\frac{d\varphi}{dt}, \frac{d^2\varphi}{dt^2}$, etc., correspondantes à $t = 0$, et l'on arrive en particulier aux conclusions suivantes.

Concevons, pour fixer les idées, que les variables indépendantes se réduisent à quatre, $x, y, z, t$. Soit $n$ l'ordre de l'équation (2) réduite à la forme

(3) $$F(D_x, D_y, D_z, D_t)\varphi = 0.$$

Digitized by Google

Représentons par

$$\varphi = \mathrm{f}_1(x,y,z),\ \frac{d\varphi}{dt} = \mathrm{f}_2(x,y,z),\ \ldots\ \frac{d^{n-1}\varphi}{dt^{n-1}} = \mathrm{f}_{n-1}(x,y,z)$$

les valeurs de $\varphi, \frac{d\varphi}{dt}, \ldots \frac{d^{n-1}\varphi}{dt^{n-1}}$ correspondantes à $t=0$. L'intégrale générale de l'équation (3) sera

(4)

$$\varphi = -\frac{1}{16\pi^2} D_t^{\,2} \int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathcal{E}\frac{F(u,v,w,s) - F\left(u,v,w,\frac{s\mathrm{f}(\lambda,\mu,\nu)}{D_t}\right)}{\left(1-\frac{\mathrm{f}(\lambda,\mu,\nu)}{D_t}\right)s\left(\left(F(u,v,w,s)\right)\right)} \frac{t^2 \sin.p \sin.\tau\, d\varpi\, d\tau\, dp\, dq}{\cos.^2\delta \sqrt{\cos.^2\delta}},$$

le signe E du calcul des résidus étant relatif à la variable $s$ qui, en vertu de la formule

(5) $$F(u, v, w, s) = 0$$

devient fonction de $u$, $v$, $w$, et les valeurs de $u$, $v$, $w$, $\delta$, $\lambda$, $\mu$, $\nu$, étant déterminées par les formules

(6) $$u = \cos.\varpi, \quad v = \sin.\varpi \cos.\tau, \quad w = \sin.\varpi \sin.\tau,$$

(7) $$\cos.\delta = u\cos.\varpi + v\sin.p\cos.q + w\sin.p\sin.q,$$

(8) $$\lambda = x + \frac{st}{\cos\delta}\cos.p,\quad \mu = y + \frac{st}{\cos\delta}\sin.p\cos.q,\quad \nu = z + \frac{st}{\cos\delta}\sin.p\sin.q.$$

Ajoutons 1°, qu'après avoir développé la fonction

(9) $$\frac{F(u, v, w, s) - F\left(u, v, w, \frac{s\mathrm{f}(\lambda, \mu, \nu)}{D_t}\right)}{1 - \frac{\mathrm{f}(\lambda, \mu, \nu)}{D_t}}$$

suivant les puissances ascendantes de $f(\lambda, \mu, \nu)$, on devra remplacer dans le développement les exposans de $f(\lambda, \mu, \nu)$ par des indices, en écrivant, par exemple,

$$\frac{\mathrm{f}_m(\lambda, \mu, \nu)}{D_t^{\,m}}$$

au lieu de

$$\left(\frac{\mathrm{f}(\lambda, \mu, \nu)}{D_t}\right)^m$$

2° que, T désignant une fonction quelconque de $t$, on devra, dans le second membre de l'équation (4), considérer les notations

$$D_t T,\ \frac{T}{D_t},\ \frac{T}{D_t^{\,2}},\ \ldots\ \frac{T}{D_t^{\,n-2}}$$

comme propres à représenter les quantités

$$\frac{d\mathrm{T}}{dt}, \int_0^t \mathrm{T}\,dt, \int_0^t\int_0^t \mathrm{T}\,dt^2, \ldots \int_0^t\int_0^t \ldots \int_0^t \mathrm{T}\,dt^{n-2}.$$

Si, pour plus de simplicité, on suppose que les fonctions $f(x, y, z)$, $f_1(x, y, z)$, ... $f_{n-1}(x, y, z)$ s'évanouissent toutes à l'exception de la première; la valeur de $\varphi$, fournie par l'équation (6), deviendra

$$(10)\qquad \varphi = -\frac{1}{16\pi^2}\mathrm{D}_t^2\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\Sigma\frac{\mathrm{F}(u,v,w,s)-\mathrm{F}(u,v,w,0)}{s\left(\frac{d\mathrm{F}(u,v,w,s)}{ds}\right)}\cdot\frac{t^2 \sin.p \sin.\varpi d\varpi d\tau dp d}{\cos.^2\delta\sqrt{\cos.^2\delta}}$$

le signe $\Sigma$ indiquant une somme de termes semblables les uns aux autres et relatifs aux diverses valeurs de $s$ que fournit l'équation (5).

Dans le cas particulier où l'on suppose

$$(11)\qquad \mathrm{F}(u, v, w, s) = s^2 - a^2(u^2 + v^2 + w^2),$$

l'équation (3) devient

$$(12)\qquad \frac{d^2\varphi}{dt^2} = a^2\left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2}\right)$$

et la formule (10) peut être réduite à

$$(13)\ \varphi = \frac{1}{4\pi}\frac{d}{dt}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} t \sin.p f_0(\lambda,\mu,\nu)dp\,dq + \frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} t\sin.p f_1(\lambda,\mu,\nu)dp\,dq$$

les valeurs de $\lambda$, $\mu$, $\nu$ étant

$$(14)\ \lambda = x + at\cos.p,\ \mu = y + at\sin.p\cos.q,\ \nu = z + a\,t\sin.p\sin.q.$$

On se trouve ainsi ramené à l'intégrale que M. Poisson a donnée de l'équation (12).

Concevons maintenant que l'équation (3) se rapporte à une question de physique mathématique, dans laquelle $t$ représente le temps, et $x$, $y$, $z$ des coordonnées rectilignes. Supposons d'ailleurs que les valeurs initiales de $\varphi$, $\frac{d\varphi}{dt}$, ... $\frac{d^{n-1}\varphi}{dt^{n-1}}$, c'est-à-dire les fonctions $f_0(x, y, z)$, $f_1(x, y, z)$, ... $f_{n-1}(x, y, z)$ soient sensiblement nulles pour tous les points situés à une distance sensible de l'origine des coordonnées. Au bout du temps $t$, les valeurs de $f_0(\lambda, \mu, \nu)$, $f_1(\lambda, \mu, \nu)$, ... $f_{n-1}(\lambda, \mu, \nu)$, ne cesseront d'être nulles pour que des de $\lambda$, $\mu$, $\nu$, très-peu différentes de celles qui vérifient les conditions

Digitized by Google

$$\lambda = 0, \quad \mu = 0, \quad \nu = 0$$

ou

$$(15)\quad x + \frac{st}{\cos.\delta}\cos.p = 0,\ y + \frac{st}{\cos.\delta}\sin.p\sin.q = 0,\ z + \frac{st}{\cos.\delta}\sin.p\sin.q = 0.$$

D'ailleurs on tire des formules (15)

$$\frac{x}{\cos.p} = \frac{y}{\sin.p\cos.q} = \frac{z}{\cos.p.\sin.q} = -\frac{st}{\cos.\delta} = \frac{ux+vy+wz}{\cos.\delta}$$

et par conséquent

$$(16)\qquad ux + vy + wz + st = 0.$$

Donc au bout du temps $t$ la variable $\varphi$ n'aura de valeur sensible que dans les points de l'espace qui appartiendront à l'un des plans que peut représenter l'équation (16), lorsqu'on y regarde $u, v, w$ comme des paramètres variables. Or ces points sont tous situés en dehors de la surface enveloppe, que touche dans ses diverses positions le plan mobile représenté par l'équation (16). Cela posé, soit

$$(17)\qquad \psi(x, y, z, t) = 0$$

l'équation de la surface dont il s'agit. Le phénomène ou sonore, ou lumineux, etc., qui dépendait de la valeur de $\varphi$, et qui dans le premier instant, n'était sensible que tout près de l'origine, ne sera sensible au bout du temps $t$, que dans le voisinage de la surface à laquelle appartiendra l'équation (17), de sorte qu'à cette époque il cessera de se produire en-deça de la surface. Donc la propagation de ce phénomène dans l'espace, donnera naissance à une onde sonore ou lumineuse qui ne laissera pas de traces de son passage, et dont la surface sera précisément celle que représente la formule (17). Ajoutons que, pour obtenir cette formule, il suffira d'éliminer les paramètres variables $u, v, w$, entre l'équation (16) et ses dérivées relatives à $u, v, w$, ou, ce qui revient au même, d'éliminer le rapports $\frac{v}{u}, \frac{w}{u}$, entre les trois équations,

$$(18)\qquad \frac{x}{t} + \frac{ds}{du} = 0,\ \frac{y}{t} + \frac{ds}{dv} = 0,\ \frac{z}{t} + \frac{ds}{dw} = 0$$

attendu que $s, u, v, w$ sont, en vertu de la formule (5), quatre fonctions homogènes de $u, v, w$, la première du premier degré, les trois dernières d'un degré nul. Donc $\psi(x, y, z, t)$ sera une fonction des seuls rapports $\frac{x}{t}, \frac{y}{t}, \frac{z}{t}$. Donc, le temps venant à

croître, la surface de l'onde restera semblable à elle-même, et la vitesse de l'onde, suivant une droite quelconque menée par l'origine, c'est-à-dire la vitesse avec laquelle un point de la surface se déplacera sur cette droite, sera une quantité constante.

Il est bon d'observer que la méthode par laquelle on établit l'équation (4), s'applique au cas même où l'équation (2) acquerrait un second membre équivalent à une fonction donnée de $x$, $y$, $z$, $t$, et se présenterait sous la forme

$$\mathrm{F}(\mathrm{D}_x, \mathrm{D}_y, \mathrm{D}_z, \ldots \mathrm{D}_t,)\,\varphi = f(x, y, z, \ldots t)$$

Si l'équation (3) devient

$$(19)\quad \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \mathrm{A}\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \mathrm{B}\frac{d^2\varphi}{dy^2} + \mathrm{C}\frac{d^2\varphi}{dz^2} + 2\mathrm{D}\frac{d^2\varphi}{dy\,dz} + 2\mathrm{E}\frac{d^2\varphi}{dz\,dx} + 2\mathrm{F}\frac{d^2\varphi}{dx\,dy},$$

A, B, C, D, E, F désignant des coefficiens constans, la formule (10) pourra être réduite à

$$(20)\ \varphi = \frac{1}{4\pi}\frac{d}{dt}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathrm{f}_0\left(x+t\frac{ds}{du}, y+t\frac{ds}{dv}, z+t\frac{ds}{dw}\right)\frac{t\sin p\,dp\,dq}{\mathrm{S}s^2}$$
$$+ \frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} \mathrm{f}_1\left(x+t\frac{ds}{du}, y+t\frac{ds}{dv}, z+t\frac{ds}{dw}\right)\frac{t\sin p\,dp\,dq}{\mathrm{S}s^2},$$

les valeurs de $s$, S étant déterminées par les formules

$$(21)\quad s^2 = \mathrm{A}u^2 + \mathrm{B}v^2 + \mathrm{C}w^2 + 2\mathrm{D}vw + 2\mathrm{E}wu + 2\mathrm{F}uv,$$

$$(22)\quad \mathrm{S}s^2 = \frac{(\mathrm{ABC} - \mathrm{AD}^2 - \mathrm{BE}^2 - \mathrm{CF}^2 + 2\mathrm{DEF})^{\frac{1}{2}}}{\left\{\left(\frac{ds}{du}\right)^2 + \left(\frac{ds}{dv}\right)^2 + \left(\frac{ds}{dw}\right)^2\right\}^{\frac{3}{2}}},$$

et les valeurs de $u$, $v$, $w$ par les formules

$$(23)\quad \frac{\mathrm{A}u+\mathrm{F}v+\mathrm{E}w}{\cos.p} = \frac{\mathrm{F}u+\mathrm{B}v+\mathrm{D}w}{\sin.p\cos.q} = \frac{\mathrm{E}u+\mathrm{D}v+\mathrm{C}w}{\sin.p\sin.q},\ u^2+v^2+w^2=1.$$

Alors aussi la surface de l'onde pourra être facilement déterminée par la méthode suivante.

On construira d'abord l'ellipsoïde dont les coordonnées $\xi$, $\eta$, $\zeta$ vérifient, au bout du temps $t$, l'équation

$$(24)\quad \mathrm{A}\xi^2 + \mathrm{B}\eta^2 + \mathrm{C}\zeta^2 + 2\mathrm{D}\eta\zeta + 2\mathrm{E}\zeta\xi + 2\mathrm{F}\xi\eta = t^2$$

puis on déterminera les coordonnées $x$, $y$, $z$ en fonctions des coordonnées $\xi$, $\eta$, $\zeta$, à l'aide des formules

$$(25)\quad \mathrm{A}\xi+\mathrm{F}\eta+\mathrm{E}\zeta = x,\ \mathrm{F}\xi+\mathrm{B}\eta+\mathrm{D}\zeta = y,\ \mathrm{E}\xi+\mathrm{D}\eta+\mathrm{C}\zeta = z.$$

Cela posé, l'équation (24) pourra s'écrire comme il suit,

$$(26)\quad x\xi + y\eta + z\zeta = t^2.$$

Or, si, dans cette dernière équation on substitue aux coor-

données $\xi$, $\eta$, $\zeta$, leurs valeurs en $x$, $y$, $z$, tirées des formules (25), l'équation que l'on obtiendra, savoir,

$$\frac{(BC-D^2)x^2+(CA-E^2)y^2+(AB-F^2)z^2 + 2(EF-AD)yz+2(FD-BE)zx+2(DE-CF)xy}{ABC-AD^2-BE^2-CF^2+2DEF}=t^2,$$

représentera un second ellipsoïde dont la surface sera celle de l'onde cherchée. Si l'on nomme $\rho$, $r$, les rayons vecteurs menés de l'origine à deux points correspondans $(\xi, \eta, \zeta)$ et $(x, y, z)$ des deux ellipsoïdes, et $\delta$ l'angle compris entre ces rayons vecteure, la formule (26) donnera

(28) $$\rho r \cos. \delta = t^2.$$

Donc, au bout du temps $t$, le produit du premier rayon vecteur, par la projection du second sur le premier, sera constamment égal à $t^2$.

Dans un second article, je montrerai comment, étant donnée la surface de l'onde, on peut retrouver l'équation aux différences partielles qui correspond à cette surface. En résolvant ce dernier problème, et considérant une onde lumineuse représentée par le système d'une sphère et d'un ellipsoïde de révolution dont l'axe coïncide avec le diamètre de la sphère, on se trouve ramené à une équation que j'ai déjà considérée dans un autre mémoire, et qui est renfermée, comme cas particulier, dans les formules propres à déterminer les vibrations de molécules qui s'attirent ou se repoussent à de très-petites distances. (*Voyez le Bulletin de février* 1829, page 112.)

---

## ASTRONOMIE.

141. **Astronomie pratique. — Usage et composition de la connaissance des temps.** Ouvrage destiné aux astronomes, aux marins et aux ingénieurs; par L. B. **Francoeur.** In-8° de 550 p.; prix, 7 fr. 50 c. Paris, 1830; Bachelier.

On désirait depuis long-temps la publication d'un traité qui eut pour objet spécial l'astronomie pratique, c'est-à-dire, qui offrit l'application la plus développée des formules et des éphémérides aux problèmes d'une science dont les calculs longs et compliqués présentent souvent beaucoup de difficultés. Le besoin d'un ouvrage à l'aide duquel on peut être initié prompte-

Digitized by Google

ment aux calculs astronomiques se faisait sentir particulièrement chez les personnes que la nature de leurs fonctions appelle, par intervalles, à s'occuper des observations célestes, ou que d'autres soins détournent de cette application suivie que prescrivent assez souvent les calculs qu'il faut déduire de ces mêmes observations.

La nouvelle production de M. Francœur répond à ce besoin et remplit sous tous les rapports les conditions désirables dans un ouvrage destiné aux astronomes, aux marins, aux ingénieurs, et même, nous ajouterons, aux voyageurs instruits qui veulent rendre leurs explorations utiles au perfectionnement de la géographie: elle offre dans un seul volume, d'un format commode et portatif, l'ensemble de toutes les questions relatives à l'astronomie usuelle, avec des exemples de calcul présentés, pour tous les cas, sous des formes qui en rendent l'exécution très-facile.

Cet ouvrage est divisé en trois parties que précède une courte introduction dans laquelle l'auteur récapitule toutes les formules des deux trigonométries, donne des notions succinctes sur les constellations et sur les moyens de les reconnaître, et finit par quelques développemens sur les opérations numériques qui tendent à abréger les calculs.

La première partie a pour objet de faire connaître l'usage et la composition de la Connaissance des Temps, ouvrage dans lequel le calculateur prend ordinairement une partie des données des problèmes astronomiques. Cet annuaire renferme à la vérité une explication très-claire de l'usage qu'on en peut faire, mais il a semblé à l'auteur « que cette partie, suffisante pour les hommes exercés à l'astronomie, n'était pas assez développée pour ceux qui n'en font, pour ainsi dire, qu'un usage accidentel; qu'il pouvait être avantageux à ces derniers de voir ces nombres combinés entr'eux, selon les règles de la science, et introduits dans des problèmes du genre de ceux qu'ils rencontrent le plus souvent, afin qu'ils aient sous les yeux des types de calcul qui, imités sur les exemples qu'ils doivent traiter, ne laissent place à aucune erreur vraisemblable. »

Cette première partie contient donc la signification des termes usités dans la Connaissance des Temps, le sens qu'il faut rattacher à chacun des nombres qui s'y trouvent, et les moyens

Digitized by Google

d'en vérifier l'exactitude. Chaque question est accompagnée d'un exemple de calcul.

« La seconde partie comprend la théorie des principaux problèmes d'astronomie que doit résoudre le navigateur ou celui qui observe le ciel. On y trouve l'indication de toutes les méthodes d'observations que l'on peut mettre en usage tant pour la détermination de la latitude et de la longitude d'un lieu que pour celle des azimuths. Cette seconde partie est terminée par une exposition complète de la théorie des marées.

La troisième partie traite de la composition et de l'usage des tables astronomiques ; elle comprend les procédés qui conduisent à la détermination de l'obliquité de l'écliptique, de la précession des équinoxes, et des corrections dépendantes des phénomènes de la nutation et de l'aberration. L'ouvrage est accompagné de 17 tables dont l'auteur indique la construction et l'usage.

Nous terminerons cet article en citant le passage suivant du rapport fait à l'Académie des sciences sur ce nouveau traité de M. Francœur.

« Cet ouvrage, dit le savant rapporteur, ne contient que des recherches déjà connues de la science ; mais, par la manière dont l'auteur les a traitées et coordonnées entr'elles, il a su les présenter avec l'attrait de la nouveauté ; elles forment un excellent traité pratique où la clarté s'unit à la méthode la plus parfaite. » J. Coraboeuf.

142. Transactions of the astronom. Society. — Mémoires de la Société astronomique de Londres ; Tom. IV, 1re partie. Londres, 1830.

Les deux premiers mémoires de ce volume sont relatifs à la détermination de l'erreur azimutale d'une lunette de passage, par l'observation de deux étoiles et du temps écoulé de l'un de ces passages à l'autre. On n'y trouve rien de neuf; l'auteur, M. James Epps rapporte la démonstration des formules usitées, telles qu'on les trouve dans mon Astronomie pratique, p. 168, et dans mon Uranographie, p. 476. On aurait pu se dispenser d'insérer ce travail dans une collection qui doit être destinée à assurer les progrès de l'astronomie. Les tables qui accompagnent ces mémoires sont la seule partie recommandable qu'on

Digitized by Google

y trouve, parce qu'elles donnent les valeurs d'un facteur constant pour tous les observatoires de la Grande-Bretagne. Le premier mémoire suppose que l'axe de rotation de la lunette est horizontal; le second traite le cas où cet axe est incliné.

Deux mémoires, l'un du cap. G. Everett, l'autre de M. B. Gompertz, sont destinés à montrer l'influence, sur la longueur du pendule, d'une direction oblique donnée au couteau de suspension. Ces mémoires seront analysés dans l'un des prochains numéros du *Bulletin*.

M. Lubbock publie un travail sur la détermination de l'orbite d'une comète. Il rapporte les procédés de La Grange, Laplace et M. Le Gendre, et se sert d'équations qui reviennent à celles de ces illustres géomètres. Mais par d'adroites manœuvres analytiques, il réduit au second degré l'équation qu'on a coutume d'obtenir du septième. L'auteur, pour montrer l'usage de ses formules, les applique à la comète de 1759 (n° 8 du Catalogue d'Olbers) dont le retour était attendu avec un si haut intérêt par les astronomes, et dont l'observation a si bien vérifié la prédiction de Halley, et les calculs de Clairaut. M. Lubbock suppose que la durée écoulée est la même entre la première et la seconde observation, qu'entre celle-ci et la troisième, hypothèse qu'on peut toujours réaliser et qui simplifie beaucoup les opérations. Il obtient ainsi les différens lieux de la comète dans son orbite à d'autres instans, qu'il choisit les mêmes que ceux des observations de Messier; les résultats du calcul s'accordent aussi bien qu'on peut le désirer avec ces dernières, car on sait que le disque de l'astre et son noyau sont si mal terminés, qu'il est impossible de répondre à 3 minutes près des ascensions droites et déclinaisons observées. Cet accord fait honneur à Messier qui a donné une carte de la route de cette comète, telle que cela résultait des élémens qu'il avait obtenus, et aussi à M. Lubbock qui voit confirmer ses formules par des observations bien constatées. Quant au calcul des perturbations, l'auteur y donne peu d'attention. On sait que M. Damoiseau a obtenu de l'Académie de Turin un prix pour avoir calculé les perturbations de la révolution actuelle, et avoir reconnu que cette comète passera à son périhélie le 16 novembre 1835.

Un mémoire de M. Richardson a pour objet la détermina-

Digitized by Google

**tion de la constante de l'aberration de la lumière, par 4119 observations, faites à Greenwich, de l'an 1825 à l'an 1828.**

**L'arc que décrit la terre en 493″ 2, temps que la lumière** emploie à nous venir du soleil, est, selon Delambre, de 20″253; c'est ce qu'on nomme *la constante de l'aberration*. Ce nombre qui entre comme facteur dans l'aberration en ascension droite et en déclinaison de tous les astres, a fait le sujet des recherches des plus grands astronomes. Leurs résultats numériques ne s'accordent qu'à fort peu près; mais dans l'état de perfection où sont arrivés les instrumens et les méthodes d'observations, il importe de fixer définitivement la valeur de cette constante. C'est ce travail qu'a entrepris, avec talent, M. Richardson. Voici le procédé qu'il a suivi, dont j'ai donné le développement dans mon Astronomie pratique, p. 414.

Ce facteur inconnu $\mu$ multiplie l'aberration en déclinaison, qui a la forme $\mu$ X, X dépendant du lieu de l'astre sur la voûte céleste. En observant la hauteur d'une étoile quelconque à son passage au méridien, on en tire sa déclinaison apparente, en corrigeant de la réfraction et retranchant la colatitude. Si on retranche de la déclinaison, la précession, la nutation et l'aberration, on aura la déclinaison moyenne de l'étoile au commencement de l'année. On fera cette triple soustraction, dont la troisième partie $\mu$ X, renferme l'inconnue $\mu$. En répétant les mêmes opérations à un autre instant, par exemple après 6 mois d'intervalle, on trouve une autre valeur de la déclinaison moyenne de l'étoile, contenant encore le facteur $\mu$. En égalant ces deux quantités, on en tire le nombre $\mu$.

Telles sont les opérations qu'a exécutées M. Richardson pour 4119 étoiles, observées à Greenwich, durant quatre années consécutives, avec deux cercles muraux de Troughton et Jones. Le résultat qu'il a obtenu est $\mu = 20'' 503$. Divers autres moyens peuvent donner aussi la valeur de la constante $\mu$. Delambre, par des observations d'éclipses de satellites de Jupiter, avait trouvé $\mu = 20'' 250$, nombre qui diffère bien peu du précédent; MM. Brinckley, Bessel, Lindenau, Struve étaient arrivés à des valeurs presque égales à cette quantité : enfin, 9115 observations ont donné $\mu = 20''467$. On peut donc regarder le nombre de M. Richardson, $\mu = 20'' 503$, comme méritant toute confiance. On admirera comment des procédés si différens, et des

Digitized by Google

observations si éloignées, conduisent, pour cette constante, à des valeurs voisines les unes des autres. Ce beau travail mérite les hommages des astronomes.

M. Baily donne un catalogue de 564 étoiles pour l'an 1690, observées par Flamstead, mais non encore publiées. Mlle. Caroline Herschell, dans un travail important publié par la Société royale en 1798, avait relevé un grand nombre d'erreurs échappées aux éditeurs des travaux de Flamstead, mais les 564 étoiles du nouveau catalogue n'y étaient pas comprises. C'est donc un véritable service que M. Baily rend à la science, que de compléter cette utile publication. Cet habile astronome ne se borne pas à enregistrer les ascensions droites et les déclinaisons des étoiles ; une discussion approfondie et des notes instructives donnent à ce travail ingrat un intérêt dont il ne semblait pas susceptible.

M. Béranger La Baume donne un catalogue de 195 étoiles doubles tirées de l'Histoire céleste de Lalande. Ce travail, qui n'est pas susceptible d'être analysé, acquiert de l'importance aujourd'hui que les astronomes s'occupent spécialement des recherches de ce genre.

Le volume comprend des séries d'observations de divers genres ; 1° la comète de M. Encke, en 1828, par M. South, Dunlop, Richardson et Olbers ; 2° culminations de la lune et d'étoiles par M. T. Henderson ; et occultations, par M. J. Adie ; 3° l'éclipse de soleil du 13 avril 1828, observée à Bénarès par M. J. Prinsep ; 4° Mars, Jupiter et Uranus observés à Wilna par M. Slawinski ; 5° enfin, l'occultation de Jupiter par la lune, observée au détroit de Magellan (Port Famine), le 26 mai 1828, par le cap. King.

Enfin, on trouve le rapport fait à la neuvième assemblée générale de la Société astronomique, le 13 février 1829, pour rendre compte des travaux du Conseil et de l'emploi des fonds, et le discours prononcé par M. Herschel, président, en décernant les trois médailles d'or que la Société accorde à MM. Pearson, Bessel et Schumacher pour les travaux remarquables qu'on doit à leur zèle et à leur talent. Le premier de ces savans est auteur d'un traité d'astronomie pratique, le second est célèbre dans les fastes de la science par ses ouvrages et ses observations ; enfin, M. Schumacher entretient en Allemagne le goût

Digitized by Google

des mouvemens et des phénomènes célestes, par la publication d'un intéressant journal (Astronomische Nachrichten.)

On annonce une traduction en langue anglaise de la mécanique céleste de La Place, par M. Nathaniel Bowditch, avec des notes explicatives des difficultés que présente le texte. Le prix de chaque volume est de deux guinées et demie.

FRANCOEUR.

143. OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARAMATTA, dans la nouvelle Galle Méridionale; par M. Ch. RUMKER. (3^e partie des *Transactions Philosophiques de la Société Royale de Londres*, pour 1829).

Ce travail comprend la série détaillée des observations faites depuis 1821 jusqu'à 1828, par M. Rumker : il se rapporte à un grand nombre de sujets importans, non-seulement par l'exactitude et l'attention que ce savant y a apportées, mais encore par leur nature, parce qu'on manque en général d'observations précises faites dans les régions australes. Voici les diverses matières contenues dans ce Mémoire.

1° Observations magnétiques. L'auteur trouve qu'en 1823, la déclinaison de l'aiguille était à Paramatta de 8°47′41″, l'inclinaison de 62°18′40″, et qu'en novembre 1821 elle faisait, en cinq minutes, 128 vibrations dans le méridien magnétique, et 120,8 dans le plan vertical perpendiculaire.

2° La latitude du lieu 33° 48′ 49″ 79, par une moyenne entre des observations de culminations d'étoiles et de passages solsticiaux du soleil.

3° La longitude de l'observatoire a été déduite des distances lunaires, par l'honorable gouverneur de la colonie, sir Th. Brisbane; M. Rumker l'a obtenue par des éclipses de satellites de Jupiter, par les éclipses de soleil d'août 1822 et d'octobre 1828, par des éclipses des taches de la lune, par des occultations; enfin, par des culminations de la lune et d'étoiles. Tous ces procédés ne sont pas également propres à donner avec précision la longitude, mais, en rejettant ceux qui s'écartent trop des conditions de rigueur, le savant astronome adopte 10 h 4′ 6″ 25 pour celle de Paramatta, 10 h. 4′ 57″ 13 pour celle de Sydney.

4° Les observations de solstices ont été faites, soit avec un cercle répétiteur de Reichenbach, soit avec un grand

Digitized by Google

mural. Les astronomes s'accordent à rejetter les premières, parce que la lunette ne pouvait recevoir qu'un faible grossissiment, il a été reconnu que les erreurs de pointé étaient toujours à craindre, surtout dans cette circonstance où il faut amener le disque du soleil à être tangent au fil horizontal du réticule, et où l'on peut se tromper de plus de 10 secondes d'arc. M. Rumker a observé tous les solstices de 1821 à 1827, et arrive à cette conclusion, que l'obliquité moyenne de l'écliptique le 1er janvier 1828 est de 23° 27′ 42″ 49, ce qui s'accorde avec la formule que j'ai donnée page 94 de mon *Astronomie Pratique*. Ainsi disparaît cette erreur de plus de 4 secondes qu'on avait remarquée dans les observations des solstices d'hiver, erreur qui tenait sans doute aux incertitudes des réfractions, et que M. Rumker n'a pas éprouvée sous le ciel pur qu'il habite et durant l'été de ces contrées. Ce savant fait remarquer de nouveau que lorsque les astres sont voisins du zénith, la formule de Delambre pour les réductions au méridien ne peut plus convenir, et il en donne une autre plus convergente.

5° Le passage de Mercure sur le disque solaire, le 5 novembre 1822.

6° La conjonction de Vénus en 1828.

7° Les oppositions de Mars en 1822, 1826 et 1828.

8° Des hauteurs de la Lune à sa culmination.

9° Des observations de comètes, savoir : celle de M. Encke et celle d'Ophiacus, en 1822 : celle du Lion en 1824 : celle du Lion en 1825, ainsi que la grande comète de cette année : celle d'Orion en 1826 : enfin, le retour de celle de M. Encke en 1828, qui n'a pu être aperçue que de l'hémisphère austral, et dont ce savant avait si bien prédit la route à travers les cieux.

10° Les ascensions droites et déclinaisons des principales étoiles australes. Ce travail est extrêmement précieux : on sait que les observations de ce genre, faites dans l'autre hémisphère, sont rares et incertaines, et qu'on était souvent réduit à se contenter du travail de La Caille au cap de Bonne-Espérance. Mais la précession et le mouvement propre des étoiles rendent les déductions qu'on en fait très-douteuses. Le travail de M. Rumker rend à nos catalogues des étoiles australes la précision que nous avons obtenue pour les boréales. Francoeur.

Digitized by Google

144. Ephémérides astronomiques pour les années 1829 et 1830. 2 vol. in-8° de 209 et 260 pag.; Milan, à l'Imprimerie Royale.

Cette utile publication se continue avec persévérance, et chaque année voit paraître un nouveau volume de ces éphémérides. Autrefois MM. Oriani et Carlini se chargeaient des calculs, qui maintenant sont confiés aux soins de MM. Cæsaris et Reggio; mais les premiers y insèrent leurs mémoires et leurs travaux astronomiques. On y trouve un annuaire contenant, comme la Connaissance des temps du Bureau des longitudes de France, la longitude, l'ascension, la déclinaison du soleil pour chaque jour de l'année à midi, le temps moyen et le temps sidéral à midi vrai et moyen; les lieux de la lune à midi et à minuit moyens; les positions et les éclipses des satellites de Jupiter, les phénomènes astronomiques, tels que les éclipses et les occultations d'étoiles par la lune, les conjonctions de ces derniers astres, les parallaxes et diamètres de la lune, les heures de lever et coucher, les lieux des planètes, etc.

Les volumes sont terminés par une collection de mémoires et observations astronomiques. On remarque dans le volume de 1829 des applications faites par M. Oriani des formules de trigonométrie sphéroïdique; une exposition des résultats de signaux de feu pour déterminer les différences en longitude de plusieurs lieux d'Italie, par M. Carlini; des observations de solstices faites par le même cavant avec un sercle répétiteur; celles de M. Bianchi au cercle méridien de Reichenbach à Modène; enfin les remarques météorologiques.

Les mémoires contenus dans le volume de 1830 sont la démonstration, donnée par M. Oriani, de la formule d'interpolation des lieux lunaires, que M. Bessel a présentée dans le journal de M. Schumacher; la détermination de l'obliquité de l'écliptique par des observations solsticiales, par M. Oriani; un mémoire de M. Carlini sur la petite inégalité du mouvement de la terre, qui a pour argument la longitude du soleil moins celle du périgée lunaire; ce travail très-remarquable n'est pas entièrement inséré dans le volume, et la suite en est promise pour l'année prochaine; une table de déclinaison d'étoiles trouvées par M. Bianchi, à l'aide d'observations faites au cercle

Digitized by Google

méridien de Modène, contenant 66 circompolaires et 36 étoiles principales; les observations de M. Carlini sur les ascensions droites de la lune; celles que le même astronome a faites, avec un secteur équatorial de 5 pieds, de la comète de M. Encke en novembre et décembre 1828; enfin, les remarques météorolgioques. Tous ces travaux n'étant pas susceptibles d'analyse, nous nous bornerons à énoncer les sujets qu'ils embrassent, sauf à revenir plus tard sur quelques-uns des résultats qui s'y trouvent exprimées. Francoeur.

145. Extrait d'une lettre de M. South, président de la Société astronomique de Londres, à M. Cauchoix, au sujet de la Grande Lunette construite par cet opticien.

Nous avons demandé à M. Cauchoix de publier un extrait de la lettre de M. South, autant dans l'intérêt de la gloire de notre industrie en général, que dans l'intérêt privé de M. Cauchoix lui-même. C'est certainement un fait important pour notre pays qu'un de nos compatriotes par les efforts de son zèle soit parvenu à produire la plus forte lunette connue. M. South a écrit, à ce qu'il paraît, dans les mêmes termes à M. Bouvard. M. Cauchoix a presque terminé un objectif de 13 pouces, il faut espérer que le gouvernement ne le laissera pas sortir de France.

» Nous avons observé Saturne bien terminé avec des grossissemens de 300 à 500 et même à 600. — Avec 1000 à 1500 les étoiles de ς du Cancer sont très-rondes. — Aussi avec 1000 et 1200 les deux étoiles de ε Bootis sont parfaitement terminées. On voit la petite étoile de ce dernier avec facilité. Mais l'objectif n'est pas définitivement placé dans son barillet, parce que nous n'osons pas le déplacer à cause du mauvais temps. Le convexe que nous employons est le même que j'employais pour observer à Paris l'occultation d'Aldebaran, et pour les autres nous ne savons rien.

La première nuit que je plaçai l'instrument sur les étoiles pour une observation particulière, M. Herschel qui était à l'oculaire, tandis que je donnais le mouvement azimutal au pied de l'instrument, faisait la découverte d'une nouvelle étoile dans le trapezium de la nébuleuse d'Orion. Vous savez bien que M. Struve, avec la lunette de Frauenhofer, trouvait aussi dans le

Digitized by Google

même trapezium une cinquième étoile. Cette étoile se voit toujours avec ma lunette sans la moindre difficulté; mais la lumière de notre étoile n'est que la troisième de la lumière de

A H

l'étoile découverte par M. Struve B
ABCD sont le trapezium. — S est S. .D
l'étoile de M. Struve et H est l'é- C.
toile découverte avec ma lunette. — Aussitôt que le temps le permettra nous ferons nos expériences définitives sur la bonté comparative des trois lentilles convexes, et les deux qui seront rejetées je vous les renverrai.

Dans l'intervalle, quoique je n'ose pas dire encore que l'instrument soit absolument parfait, je le regarde comme une acquisition de la plus grande valeur.

Comment s'avance l'objectif de 13 pouces, votre gouvernement l'achetera-t-il ? Souvenez-vous que c'est à moi que vous avez promis de donner la préférence pour cet objectif, avant tous les autres excepté votre gouvernement. L'objectif de huit pouces est-il achevé ? Quand dois-je aller à Paris pour les examiner ? Il est très-probable que j'établirai encore mon observatoire à Paris, etc.

## PHYSIQUE.

146. Traité complet des Thermomètres pyromètres, offrant l'histoire, la théorie et la pratique des instrumens qui donnent la mesure de la chaleur, avec la construction et l'application de ces instrumens, etc., traduit de l'anglais par M. E. Pelouze. In-8° de 10 feuilles. Paris, 1829; Fortic.

147. Description d'un Microscope double; par M. W. H. Wollaston. (*Philosoph. Transact.;* partie 1re 1829.)

Wollaston, convaincu que la portion de lumière superflue, qui arrive à l'œil, s'oppose plutôt à la vision distincte qu'elle n'y sert, a cherché à remédier à cet inconvénient par un appareil particulier d'éclairement. Il a joint à cet appareil un nouvel appareil de grossissement, il reconnaît en effet les avan-



Digitized by Google

tages des microscopes composés pour l'étendue du champ de la vue et les croit très-propres à l'étude des objets connus; mais pour la netteté de l'image et l'examen des objets nouveaux, il donne de beaucoup la préférence aux microscopes simples.

L'appareil d'éclairement se compose d'un tube de six pouces de long et du diamètre d'un pouce environ; à son extrémité supérieure est fixée une lentille plano-convexe, dont la face plane est tournée vers le porte-objet, c'est-à-dire en haut, et dont le foyer a trois quarts de pouce; l'extrémité inférieure est perforée d'une ouverture circulaire, d'un diamètre de $\frac{3}{10}$ de pouce. Cette ouverture reçoit et limite la lumière réfléchie par un miroir plan situé au-dessous du tube. La longueur du tube que l'on peut faire varier est calculée de manière à ce que l'image nette de l'ouverture réponde à peu près au foyer de la lentille plano-convexe.

L'appareil grossissant consiste en deux lentilles plano-convexes, fixées de manière à ce que leurs axes soient sur la même ligne. Leurs faces planes sont tournées vers l'objet à examiner. La proportion de leurs foyers est de trois à un, et la distance plane de leurs faces, qu'on peut faire varier, est environ de $1 \frac{4}{10}$ du foyer le plus court. Le porte-objet est situé entre les deux appareils que nous venons de décrire.

Pour l'ajustement parfait de ce microscope, il est nécessaire que les axes des lentilles passent par le centre de l'ouverture inférieure du tube; c'est ce que l'on reconnaîtra quand l'image de cette ouverture sera bien éclairée dans toute son étendue et bien définie dans sa circonférence.

Avec cet instrument, Wollaston a distingué les stries des écailles de Podura, et de Lepisma, avec un degré de netteté qu'il n'avait jamais obtenu d'aucun autre microscope. Il présente encore cet avantage, que si l'objectif touche le liquide qu'on examine, comme le contact a lieu par une surface plane, l'observation n'est pas troublée comme il arrive avec une lentille convexe. V. D.

148. Sur le Télescope Achromatique; par Al. Rogers. (*Quart. Journ. of Scienc.*; octobre et novembre 1829, p. 379.)

L'auteur répond dans cette note aux calculs et aux objec-

Digitized by Google

tions qu'oppose M. Santini à une nouvelle construction des télescopes achromatiques, dans laquelle les élémens de la lentille composée sont séparés. Les données du géomètre italien ne sont pas les mêmes que celles que M. Rogers a prises pour point de départ. Celui-là suppose que les foyers des deux lentilles sont exactement égaux pour les rayons moyens, tandis que celui-ci ayant égard à leur épaisseur, soutient que le foyer de la lentille concave doit être plus court que le foyer de la lentille convexe. Il donne, en outre, les dimensions des pièces d'un télescope qu'il a construit suivant son plan. L'objectif qui est de crown-glass a un foyer de 61 $\frac{1}{2}$ pouces, et 5 pouces d'ouverture. Le verre convexe de la lentille composée, qui est aussi de crown, a une ouverture de trois pouces, et chacune de ses surfaces a 9 pouces de rayon. Le verre concave est de flint-glass, le rayon de la première surface a 9 pouces, celui de la seconde a 10, 4 pouces. La distance de l'objectif à la lentille composée est de 25, 1 pouces, et la séparation des deux verres est de 0, 16 pouces. V. D.

## MÉTÉOROLOGIE.

149. Résumé des observations météorologiques faites a l'Observatoire Royal de Paris. (*Annal. de Chim. et Phys.*; décemb. 1829, p. 337.)

| Température moyenne de l'année. | *Id.* à 9 h. du matin. | *Id.* des caves. | Hygromètres de Saussure à 3 h. après midi. |
|---|---|---|---|
| + 9,1 centig. | + 9,6 | + 12,223 | 69 |

| | | |
|---|---|---|
| Plus grande hauteur du thermomètre, | + 31,3 | en juillet. |
| Plus grand abaissement moyen, | — 17 | en janvier. |
| Plus grande hauteur du thermomètre, | + 22,3 | en juillet. |
| Plus grand abaissement moyen, | — 5,7 | en décemb. |

Plus grandes variations en 24 heures dans chaque mois.

| | |
|---|---|
| Janvier........................ | 11°8 |
| Février........................ | 8, 8 |

| | |
|---|---|
| Mars. | 15, 5 |
| Avril. | 13, 5 |
| Mai. | 14, 2 |
| Juin. | 19, 0 |
| Juillet. | 15, 0 |
| Août. | 14, 6 |
| Septembre. | 11, 3 |
| Octobre. | 10 |
| Novembre. | 11 |
| Décembre. | 7, 9 |

Marche moyenne du baromètre.

Les hauteurs sont réduites à 0° de température,

| à 9 h. du matin. | Midi. | 3 h. après midi. | 9 h. du soir. |
|---|---|---|---|
| 755,42 | 755,13 | 754,63 | 755,16 |

Plus grande variation du baromètre, 773,47 en février.
Plus grand abaissement, 734,68 en octobre.

Quantité de pluie recueillie sur la terrasse ou dans la cour de l'Observatoire.

*Pluie en centimètres.*

| Sur la terrasse, | dans la cour, | nombre des jours de pluie. |
|---|---|---|
| 55,75 | 58,889 | 160 |

Crues de la Seine au pont de la Tournelle.

*Le zéro est toujours au point des plus basses eaux de* 1715.

L'eau moyenne est de 1 mètre 40.

La Seine a été prise le 25 janvier et le 28 décembre.

*État des vents.*

| Nord. | N.-E. | Est. | Sud-E. | Sud. | Sud-O. | Ouest. | Nord. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 79. | 33. | 26. | 15. | 68. | 38. | 51. | 35. |

*État du ciel.*

| | |
|---|---|
| Jours de pluie, | 156 |
| — neige. | 11 |
| — grêle ou grésil. | 10 |
| — gelée. | 86 |
| — tonnerre. | 15 |
| — pendant lesquels le ciel a été presque entièrement couvert. | 210 |

*Taches solaires.* — On en a observé un très grand nombre, particulièrement en juin, septembre et décembre.

*Tremblemens de terre.* — On a observé dans divers pays 22 secousses remarquables, dont plusieurs se sont renouvelées un assez grand nombre de fois: l'une des plus dignes d'attention a été ressentie à la Rochelle le 27 novembre à 4 h. 5 m. du soir, après deux fortes détonnations qui durèrent 4 à 5 secondes au plus. Le bruit venait de très haut dans la direction du midi, et différait tellement d'un coup de tonnerre, qu'on l'attribua à l'explosion d'un magasin à poudre : le mouvement ne ressemblait pas à celui d'un tremblement de terre, et quelques personnes l'attribuèrent à un bolide, mais on n'a pas appris qu'il en fût tombé.

*Aurores boréales.* — En 1828 on a observé aux États-Unis 20 aurores boréales, 11 fois l'aiguille magnétique avait éprouvé à Paris des mouvemens plus ou moins considérables.

En 1829 on a observé 12 aurores. L'aiguille magnétique a été singulièrement dérangée à Paris pendant les trois derniers mois, et particulièrement les 4, 9, 10, 12, 21, 22, 24, 25 et 30 octobre ; 10, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 24 et 26 novembre ; 7, 14, 19, 20, 21 et 23 décembre.

M. Arago pense, d'après les variations de l'aiguille, que l'on aura remarqué des aurores boréales en Amérique le 2 mars, les 9, 15, 16 et 17 avril, 2, 4 et 27 mai, 2, 17, 18 et 25 juin, 2 et 31 juillet.

*A La Rochelle*, observations de MM. Seignette et Fleuriau de Bellevue, quantité moyenne de pluie tombée dans divers lieux de 1777 à 1793 inclusivement. La pluie moyenne a été de 24 p. 3 l. = 65$^{cm}$. 6.

Les extrêmes, 37 p. 4 l. et 18 p. 5 l.

Le nombre moyen annuel des jours de pluie est de 146, et les extrêmes 168 et 88.

*A la Vallerie*, 5 lieues N. E. de La Rochelle, de 1810 à 1827, par MM. de Monroy et Fleuriau de Bellevue.

Pluie moyenne 34 p. 0 l. = 65$^{cm}$.

Les extrêmes 30 p. 0 l. et 18 p. 3 l.

Le nombre moyen des jours de pluie est de 146, et les extrêmes 194 et 112.

Le récipient est comme à La Rochelle de 8$^{m}$ au-dessus du niveau de la mer.

Digitized by Google

La comparaison de ces deux tableaux ne fortifierait pas l'opinion que le deboisement ait diminué la quantité de pluie ; mais quelle que soit l'influence de cette cause, elle est sans importance sur les côtes, où il pleut particulièrement par le vent d'ouest qui vient de la mer.

Pluie moyenne à Joyeuse, de 1805 à 1827, par M. Tardy de la Brossy :

Joyeuse est à 44° 28 de latitude N. et de 100 toises au-dessus de l'Océan.

| | | Quantité d'eau. | |
|---|---|---|---|
| | *Jours pluvieux.* | *En pouces.* | *En millimètres.* |
| de 1805 à 1816 | 104. | 47 p. 10 l. | 1295. |
| de 1817 à 1827 | 90. | 47 6. | 1285, 6. |

Nombre moyen des jours pluvieux et de la quantité de pluie pendant les 23 années.

| *Jours pluvieux.* | *Eau en pouces.* | *Eau en millimètres.* |
|---|---|---|
| 97, 5. | 47, 8. | 1290. |

La quantité de pluie tombée est plus grande que la pluie moyenne sous le 45° de latitude, M. T. explique ce fait de la manière suivante :

Quand des nuages peu élevés trouvent une montagne, ils sont arrêtés ou ralentis dans leur marche ; ils seraient peut-être passés sans pluie ; l'obstacle qui les arrête, les force à déposer l'eau qu'ils contiennent. A Joyeuse, les pluies les plus fréquentes viennent par un vent de sud, et en face de la ville se trouve la montagne de Tanargue, haute de 7 à 800 toises et formant un mur presque vertical à 500 ou 600 toises de Joyeuse.

*Pluie à Bombay*, par M. Benj. Noton. Moyenne annuelle 82 pouces anglais = 77 p. français = 208, 3 cent. Il ne pleut à Bombay que de juin à octobre.

150. Température moyenne de l'air et du sol dans quelques parties de la Russie orientale ; par A. Kupffer. (*Ibid.*; p. 367.)

Température moyenne à Casan, latitude 55° 40′, longitude 47° 9′.

Les observations se font dans le jardin de l'Université, à l'ombre, dans un pavillon surmonté d'une pièce où l'air circule librement, à 9 h. du matin, midi, 3 h. et 9 h. du soir. La frac-

ture d'un thermomètre à maxima et minima n'a permis d'observer que pendant 3 mois.

| | 9 h. | midi. | 3 h. | 9 h. |
|---|---|---|---|---|
| Moyenne | + 2, 0. | + 2, 4. | + 2, 5. | + 1, 6. |

Moyenne des maxima et minima en décembre 1828, janvier et février 1829 :

| | | |
|---|---|---|
| Décembre | — | 8, 7. |
| Janvier | — | 15, 2. |
| Février | — | 15, 1. |

Le plus grand froid a eu lieu les 18 et 19 janvier; le thermomètre à alcool corrigé baissa à — 31° 7′ R. Un peu de mercure exposé à l'air dans une bouteille gela presque en totalité. La plus grande chaleur eut lieu le 8 juillet; elle fut de + 24° 8. à 3 h. Les grands froids sont très-rares à Casan, où le thermomètre baisse assez souvent à — 25°; la température de l'été est quelquefois de + 26 à 27.

| | Moyennes des observations. | Moyennes de 7 h. à midi. |
|---|---|---|
| La température moyenne de 1814 | + 2,5 | |
| 1815 | 2,7 | 2,3 |
| 1816 | 3,5 | 3,1 |
| 1817 | 1,5 | 2,0 |
| Moyenne | + 2,6 | + 2,5 |

En ajoutant la température moyenne de 1828 = + 2 R., on a, pour la température moyenne à Casan, dans le jardin de l'Université, à 40 mètres au-dessus de l'Océan, + 2,4. Ces observations confirment la remarque que la température moyenne d'octobre égale à peu près la moyenne de l'année, et que la moyenne d'avril en approche.

La température des sources est indiquée par celles qui viennent d'une assez grande profondeur et avec assez d'abondance pour ne pas changer au contact de l'air; observée sur deux sources, à différentes époques, elle a donné + 5° 2 : d'après d'autres observations on peut prendre pour la température moyenne du sol à Casan, + 5°.

*Température moyenne de l'air à Zlatooust.* Lat. 55° 8, long. 57°, hauteur au-dessus de la mer 370 mètres.

Les observations faites par M. Eversmann, de 1817 à 1820, le matin et à deux heures, ont donné, pour résultat moyen,

| | 1818 | 1819 |
|---|---|---|
| mois d'hiver................ | — 12,23 | — 13,33 |
| — de printemps............ | + 1,93 | + 1,36 |
| — d'été.................. | + 12,69 | + 12,95 |
| — d'automne............. | — 0,57 | + 1,99 |

et pour moyenne de tous les mois de ces deux années + 0,6.

*Température du sol à Kisnekejva?, à l'Est de l'Oural.* Lat. 54° 5, long. 60°, à 300 mètres au-dessus de la mer. A 25 mètres au-dessous du sol, dans une galerie où l'on ne travaille pas, l'eau d'une mare donnait + 3° 5 R.

*Température aux mines de Bogoslovsk.* Lat. 60°, long. 60°, hauteur 200 mètres.

Dans les mines de Tousjensk?, à l'Est de Bogoslovsk, la température des puisards, à 112 m. de profondeur, était de + 5°. Dans celles de Frolow?, à 65 m., on a trouvé + 3° 2 : une source à 56 m. + 2° 7.

En divisant la somme des différences de profondeur par celle des différences de température, on trouve un accroissement de profondeur de 24 m. 4 pour chaque degré du thermomètre octogésimal.

En comparant les résultats avec ceux de divers observateurs, on obtient, pour résultat moyen, 25 m. 25 pour chaque degré octogésimal.

On fait une erreur en concluant la température du sol, de celle des sources, à moins qu'elles ne soient très-profondes et au moins de 25 m. probablement.

*Température du sol à Nijneï-Taghilsk*, lat. 58°; et à *Werkhotourié*, lat. 59°.

Ces deux endroits sont sur la pente orientale de l'Oural, à 200 m. d'élévation à peu près. Aux Mines de Nijneï-Taghilsk, l'eau à 65° a une température de + 3° 9 R.; ce qui donne, en retranchant 25 m. de la profondeur, 2° 3. Un puits de 5 m. donna + 2° 6. A Verkhotourié une source donne + 2° 1, d'où, retranchant + 0,2, on a + 1° 9.

Les observations de Wahlemberg, Humboldt et de Buch ont prouvé que dans les hautes latitudes la température des sources surpasse la température moyenne de l'air, et que le contraire a lieu dans les basses latitudes. M. K. réunit dans un tableau les résultats des observations les plus exactes, en y ajoutant celles

Digitized by Google

qu'il a faites, précédemment rapportées, et il en résulte que la température du sol change aussi avec la longitude.

En distribuant les observations sous quatre méridiens, les réduisant au niveau de la mer et ajoutant $\frac{2}{5}°$ R. pour chaque centaine de mètres d'élévation, on trouve, en prenant les résultats extrêmes:

Au 1er méridien de 0° longitude.

Pour 15 et 56° latitude, 19°6 et 7°0.

Au 2e méridien, 60° longitude orientale de Paris, pour 30° et 66° latitude, 18° et 3°.

Au 3e méridien, 60° longitude orientale de Paris, pour 54°5 et 60° latitude, 4° 7 et 2° 3.

Et pour le 4e méridien de 80° longitude occidentale, pour 10° et 40° latitude, 20° 5 et 10° 2.

D'où l'on tire les conséquences suivantes :

1° Les températures du sol ne sont pas égales sur la même parallèle; en tirant des lignes par tous les points d'une température égale, on obtient des courbes que M. K. appelle lignes isogéothermes, dont les inflexions ressemblent à celles des lignes isothermes, sans se confondre avec elles.

2° La température du sol décroît régulièrement de l'équateur au pôle, ce qui explique pourquoi la température du sol, dans les basses latitudes, est inférieure à celle de l'air, qui ne décroît presque pas de l'équateur à 200° de latitude : celle du sol qui décroît toujours doit rester en arrière.

3° Le décroissement de la température du sol, selon la latitude, est représenté par l'équation.

$$a - b \sin. 2\, l = t$$

où $a$ et $b$ sont des constantes inconnues qu'il faut déterminer; $l$ la latitude et $t$ la température du sol.

M. K. n'admet pas, comme M. de Buch, (*Bull.* XI 293.), que la température du sol puisse s'expliquer par l'absorption des eaux pluviales.

M. K. fait remarquer que quoi que la formule représente parfaitement les observations, comme toutes les formules à constantes arbitraires, dont on détermine la valeur par des observations, elle ne peut donner que des résultats approximatifs et se trouver en défaut sur des points éloignés de ceux des observations. Si le *minimum* n'était pas placé au pôle, mais un peu

Digitized by Google

en deça, la formule ne pourrait la donner puisqu'elle a sa plus petite valeur quand $t = 90$; elle ne représenterait les observations que jusqu'au *minimum* de température, et donnerait au pôle une température trop basse.

Il résulte des tableaux donnés par M. K. que la température du sol à l'équateur, est plus grande au milieu de l'Afrique que dans la mer, entre l'Afrique, les Indes orientales et la Nouvelle-Hollande; qu'elle est en plus petite sur les côtes occidentales d'Afrique et les côtes orientales d'Amérique, et qu'au centre de l'Amérique elle a une valeur considérable. Sous le méridien d'Afrique les lignes isogéothermes présentent jusqu'à 50° latitude, une convexité sensible dont le sommet est dirigé vers le nord; c'est sous ce méridien qu'il y a deux volcans actifs, l'Etna et le Vésuve, beaucoup de sources minérales chaudes et presque partout du roches basaltique et porphyriques. Peut-être le *maximum* de la température du sol n'est-il pas à l'équateur; mais cette hypothèse n'est appuyée que sur une observation dans l'hémisphère austral au Congo.

151. Sur les causes des tremblemens de terre au Chili et au Pérou; par M. Lambert. (*Ibid.*; p. 392.)

L'auteur regarde les tremblemens de terre comme des orages souterrains, et suppose que si l'on faisait communiquer par des conducteurs métalliques bien disposés, les sinuosités de la crête des Cordillières et particulièrement celles qui sont le plus frappées par le vent, avec l'Océan ou les rivières qui s'y jettent, on préviendrait l'accumulation du fluide à l'état de tension et par suite les tremblemens de terre.

Dans une note à la suite de ce mémoire, M. Arago rappelle que l'opinion de M. Lambert a déjà été proposée, et comparant les observations faites par divers physiciens sur les tremblemens de terre, il a trouvé qu'elles ne sont pas de nature à appuyer les idées de M. L. Il rapporte ensuite, d'après M. Pouqueville, deux tableaux montrant le nombre de jours de tremblemens de terre et de tonnerre, à Janina en Epire. Le premier est de 63 et le second de 450 en 10 ans.

152. Débacle des glaces australes. (*Ibid.*; p. 418.)

Une débâcle extraordinaire de glaces a eu lieu en 1829. A la

Digitized by Google

fin d'avril, des navires anglais ont rencontré à 100 lieues du cap de Bonne-Espérance, des glaces d'une énorme grandeur.

153. Chûte d'aérolithes. (*Ibid.*; p. 419.)

Le 14 août 1829 il est tombé des aérolithes près de Déal, dans le New-Jersey, aux États-Unis. Vers minuit un météore lumineux s'éleva comme une baguette d'artifice, *décrivit ensuite une courbe* et éclata. Il y eut 10 à 12 explosions.

La surface des pierres est noire et irrégulière, l'intérieur gris clair et parsemé de points métalliques.

154. Trombes en 1829. (*Ibid.*; p. 40.)

Le 15 août, près de Gorschoff?, en Russie, par un temps couvert mais calme, une trombe accompagnée de grêle et d'un bruit extraordinaire, a tout détruit, dans une largeur de 40 toises. Les feuilles des arbres ne remuaient même pas hors de la ligne que parcourait ce météore.

Le 25 juin 1829, près de Trèves, à 2 heures après midi, le baromètre étant à 27 p. 7 l. 8, du milieu d'un nuage noir s'élevant du S.-E. N.-E., sortit une masse lumineuse ayant un mouvement inverse et déchirant violemment le nuage, qui prit la forme d'une cheminée d'où sortait une fumée gris-blanc, mêlée de jets de flamme. Un autre météore apparut sur la rive de la Moselle, dispersa des masses de charbon de terre, renversa des hommes, détruisit tous les légumes sur son passage, et disparut après avoir parcouru 2500 pas sur une largeur de 10 à 18 pas.

155. Décroissement de la température dépendant de la hauteur (*Ibid.*; p. 420.)

Il résulte d'observations faites par le D^r Guerin au Mont-Ventoux, près d'Avignon, que pour observer une diminution de 1° R. dans l'atmosphère, il faut s'élever

En été, de 80 toises (156 m. pour 1° C.)
En hiver, 100 — (195 m. — 1° C.)
Dans les saisons
intermédiaires, 90 (174 m. — 1° C.)

156. DÉCLINAISON DE L'AIGUILLE AIMANTÉE en 1829. (*Ibid.*; p. 429.)

La déclinaison a continué à diminuer depuis 1816. De novembre 1828 à novembre 1829, la rétrogradation a été d'à peu près 1′5.

Le 3 octobre 1829, 2 h. 3/4 après midi, l'excellente boussole de M. Gambey où l'aiguille est suspendue à un fil de soie sans torsion, a donné à l'extrémité du jardin de l'Observatoire et loin de toute masse de fer, 22° 12′5″.

157. INCLINAISON DE L'AIGUILLE AIMANTÉE.

L'aiguille se rapproche toujours graduellement de l'horizontal, la moyenne de nombreuses observations des 12, 21, 22 et 24 juin 1829 avec deux aiguilles différentes, l'inclinaison pour 2 heures 3/4 après midi, a été de 67° 41′3.

---

## CHIMIE.

158. AARSBERÆTTELSE OM FRAMSTEGEN I PHYSIK OCH CHEMIE.— Rapport annuel sur les progrès de la physique et de la chimie; fait le 31 mars 1829, par Jacq. BERZELIUS, secrétaire de l'Acad. roy. des sciences. 291 pag. in-8°. Stockholm, 1829; imprim. de Norstedt.

Ce rapport annuel est exactement conçu sur le plan des rapports précédens dus au même savant. M. Berzelius passe d'abord en revue les travaux récens sur les objets de physique, tels que la vitesse du son, examinée par les officiers anglais Parry et Foster, et par MM. Stampfer et Murbach en Autriche; la polarisation de la lumière, par Ampère; l'amélioration des instrumens d'optique par Schleier, Macluer, Marx et Barlow; la théorie de l'électricité, par MM. Bigeon, Becquerel, Davy, Harris, de la Rive, Fechner; l'électricité de la tourmaline, par M. Becquerel, les forces électro-magnétiques, par M. Pfaff; le magnétisme terrestre, par Hansteen; la chaleur des corps, par MM. Fresnel et Pouillet; la théorie des gaz, par Pouillet;

Digitized by Google

la chaleur dans l'espace planétaire, par Svanberg, qui, selon le secrétaire de l'Académie de Stockholm, ayant pris une autre route que M. Fourier, est pourtant arrivé au même résultat, comme on le voit par l'extrait de son mémoire inédit que M. Berzelius a inséré, et où l'auteur assure qu'il a trouvé pour la température constante de l'espace planétaire — 50°35 : on sait que M. Fourier avait trouvé — 50°. M. Berzelius décrit ou indique encore l'instrument de M. Fourier pour mesurer la conductibilité des corps minces par rapport à la chaleur, le pyromètre de Prinsep, l'hygromètre d'August, l'amélioration faite par Bunten au baromètre portatif de M. Gay-Lussac; les expériences sur la compression des liquides, par Oersted, Colladon et Sturm.

Abordant la chimie, le secrétaire de l'Académie suédoise passe d'abord en revue les travaux récens sur les rapports chimiques des corps. Viennent ensuite les travaux sur les oxides de métaux, sur le phosphore, par Rose; sur le diamant, par MM. Gannal et Cagnard de Latour; sur le brôme, par M. Balard; sur la combinaison du brôme et du charbon, par M. Serrullas; sur l'iode, par MM. Dumas, Landgrebe, Mitscherlich. Il passe de là aux métalloïdes, en rappelant les observations de M. Serrullas sur le cyanure de chlore, celles de Wöhler sur l'acide cyanique, celles de M. Lassaigne sur le cyanure de soufre. En commençant à parler des métaux, M. Berzelius fait observer que la préparation du kalium et du natrium est devenue un objet d'émulation pour les chimistes industriels, et que les amateurs de la science se procurent maintenant ces substances avec une grande économie de temps et de frais; que Hermann, dans la fabrique à Schœnebeck, fabrique le kalium, d'après le procédé perfectionné par Mitscherlich et Wohler, à des prix très-bas, et qu'on obtient le natrium, si difficile à réduire d'après la méthode de MM. Gay-Lussac et Thénard, avec plus de facilité encore que le kalium. L'auteur parle de l'outremer de M. Gmelin, du lithium de Kralovantzky, du magnésium de M. Bussy, du beryllium et de l'yttrium de M. Wohler, du kermès minéral de M. Henry, du pourpre de Cassius de Buchner, de la méthode de Wollaston de rendre le platine malléable, des oxides de platine, d'après E. Davy, de l'osmium, de l'iridium et du palladium, etc. M. Ber-

Digitized by Google

zelius défend, en les modifiant un peu, à ce qu'il nous a semblé, ses observations sur le chlorure de chaux contre les attaques de Dingler. Ayant annoncé successivement les travaux récens sur les divers métaux et sur leurs combinaisons, M. Berzelius entre dans de grands détails sur les travaux concernant l'analyse des divers sels. Il comprend dans son rapport la minéralogie et même la géologie; mais cette dernière science est traitée très-brièvement, et certainement tous les travaux de l'année 1828 ne sont pas indiqués. M. Berzelius fait des sections particulières pour la chimie végétale et pour la chimie animale. En analysant les expériences faites sur la dernière, et en annonçant les résultats obtenus par M. Lassaigne, par la décomposition des os et des dents d'hommes et d'animaux, le rapporteur avoue que les expériences de M. Lassaigne sur les dents lui paraissent plus positives que celles qui concernent les os. Au sujet du travail de M. Julia Fontenelle sur la combustion spontanée, M. Berzelius fait observer que l'explication de ce phénomène, tentée par M. J. Fontenelle, n'est pas heureuse, et qu'il vaut mieux ne pas essayer d'expliquer un phénomène qu'on n'a pas suffisamment constaté. D.

159 De l'action des acides sur l'hyperoxide de plomb; par M. Kastner. (*Archiv für die gesammte Naturlehre*; Tom. XVII, cah. 3, p. 321.)

Il résulte des expériences de l'auteur, qu'il y a production d'eau oxigénée, lorsque les acides transforment l'oxide rouge de plomb en peroxide, et que, quand on met de la chlorophylle en contact avec le liquide, il y a décomposition de l'eau oxigénée, et en même temps précipitation de sulfate de plomb (en supposant qu'on se serve de l'acide sulfurique.)

160. Observations chimiques; par Th. Graham. (*Quarter. Journ. of science*; octobre à décembre 1829, p. 354.)

*Application du platine en éponge à l'endiométrie.* — Peu de temps après la découverte de Döbereiner, les docteurs Henry et Turner tentèrent de l'appliquer à l'analyse des mélanges gazeux; mais ils trouvèrent que certains gaz suspendaient entièrement l'action du platine sur le gaz détonnant. De ce nombre sont le cyanogène, l'oxide de carbone, le gaz oléfiant, et sur-

Digitized by Google

tout l'hydrogène sulfuré et l'acide sulfureux, qui agissent même en très-petite quantité. M. Graham nous apprend que le gaz oléfiant, lorsqu'il est bien lavé avec de la potasse caustique, n'affaiblit en rien l'action de l'éponge de platine, et qu'il a pu ainsi analyser un mélange de ce gaz et d'hydrogène; néanmoins il y a dans ce cas formation d'une légère quantité d'acide carbonique. Les vapeurs de naphte et des huiles essentielles se comportent de même.

*Cristallisation du sucre d'orge.* — Il résulte d'une expérience de l'auteur que l'humidité atmosphérique est nécessaire pour la production du phénomène. Du sulfate de soude, rendu anhydre et réduit en poudre amorphe par la chaleur, reprend en peu de jours, dans un air humide, son eau de cristallisation et sa forme régulière.

*Moyen de reconnaître l'arsenic.* — Ce procédé qui ne nous paraît avoir rien de nouveau, consiste à soumettre aux réactifs connus le sublimé cristallin qu'on a recueilli à l'extrémité d'un tube et que l'on suppose être de l'acide arsénieux.

*Couleur orange fournie par le chrôme.* — Cette couleur s'obtient en plongeant les étoffes teintes en jaune de chrôme dans de l'eau de chaux presque bouillante; une partie du chromate de plomb passe à l'état de bichromate rouge. V. D.

161. EXPÉRIENCES SUR L'INDIGO. (*Ibid.*; pag. 245.)

Ce Mémoire contient la description des procédés manufacturiers par lesquels on prépare l'indigo, L'auteur y ajoute les résultats de quelques expériences, entreprises pour arriver à une théorie chimique de cette préparation. Il a trouvé le gaz qui se dégage des feuilles d'indigo en fermentation, composé, sur 100 parties, d'environ 80 parties d'acide carbonique; le reste, qui consiste en azote et un peu d'oxigène, paraît n'être que l'air atmosphérique contenu dans l'eau ou adhérent aux feuilles. Les feuilles qui ont subi la fermentation ont perdu les $\frac{3}{4}$ de leurs poids, et la matière solide qui se dépose au fond des cuves monte seulement à 12 ou 14 pour cent du poids des feuilles. Cette matière bleuit au contact de l'air. En retirant par la machine pneumatique l'acide carbonique dont ce liquide est saturé, et mesurant avec soin l'absorption de l'oxigène, l'au-

Digitized by Google

teur trouve que l'indigo contient 26 pour cent d'oxigène, ce qui est plus du double de la quantité donnée par l'analyse de Crum. Quand la précipitation de l'indigogène ne se fait pas bien, on la détermine par de l'eau de chaux; le précipité est alors plus abondant, et il se compose d'indigogène et d'un extrait jaune ou brun.

L'indigo de Calcutta est composé ainsi qu'il suit :

| | |
|---|---|
| Oxide de fer.......... | 5,75 |
| Alumine.............. | 0,75 |
| Chaux............... | 0,90 |
| Matière verte......... | 8,80 |
| Matière brune......... | 2,00 |
| Indigo pur....... .... | 79,50 |
| Perte..... ........ | 2,30 |
| | 100,00 |

V. D.

162. Procédé pour reconnaître le sulfate de cuivre dans le pain; par MM. Meylinck et Heusman. (*Observateur de Liége.—Quart. Journ. of science*, oct. à déc. 1830, p. 429).

Les auteurs hollandais emploient 3 procédés qui se réduisent pourtant à l'emploi du ferro-prussiate de potasse comme réactif. Le procédé par la voie sèche-humide, comme ils l'appellent, consiste à verser une goutte de ce sel sur une tranche de pain : que le pain soit souillé ou non par le cuivre, il se forme une tache, rougeâtre si le pain est frais, bleue s'il est aigre. En plongeant la tranche tachée en rouge dans de l'eau de chaux, la tache change à peine de couleur, ou devient jaune si le pain est pur; dans le cas contraire, elle prend une teinte verdâtre. En exposant la tache bleue au contact du gaz ammoniac elle change immédiatement en jaune citron pâle, si le pain ne contient pas de cuivre; et s'il en contient elle devient rouge, puis jaune, et cette dernière couleur se change elle-même en rouge, lorsqu'on fait volatiliser l'ammoniaque. V. D.

163. Lettre sur diverses recherches; par M. Mac Culloch. (*Quarterly Journ. of science*; avril à juin, 1829.)

Un numéro récent du *Quarterly Journal* avait annoncé qu'un chimiste italien avait trouvé dans les huiles essentielles une sub-

Digitized by Google

stance concrète adipeuse. M. Mac Culloch avait publié ce résultat, il y a 20 ans, dans le Journal de Tilloch; il avait trouvé que cette substance, qui se rapprochait plus du spermaceti que de l'adipocire, n'existait que dans les huiles anciennes, et il regardait comme probable qu'elle était due à l'action de l'oxigène. De l'huile de rose de trente ans, était devenue entièrement solide par le dépôt de cette substance; et une chose remarquable, c'est que ce spermaceti est entièrement inodore, et il paraît alors que le principe odorant est détruit.

L'huile d'anis paraît donner encore plus de spermaceti que celle de rose. Un échantillon de vingt-cinq ans est entièrement solide, contient à peine de l'huile, et l'odeur est réduite à presque rien. L'huile de lavande exige plus de temps pour cette transformation, celle de bergamotte beaucoup moins.

Plusieurs huiles n'ont jamais donné ce produit, par exemple celle de genièvre, de sapin, de térébenthine et de girofle; elles s'épaississent et se transforment en résine.

De toutes les plantes marines qu'a examinées M. Mac Culloch, le fucus pygmeus est celle qui lui a donné le plus d'iode; l'odeur de ce fucus est presque suffocante; elle ressemble à celle de l'iode renfermé dans une bouteille. Ce chimiste pense que quelques lichens, et particulièrement le lichen cæsius, en renferment.

Il croit aussi que la couleur lilas de quelques uns, comme le lichen rokella, pourrait provenir de cette substance.

M. Mac Culloch a trouvé une fois les carreaux de vitres de ses croisées couverts d'un sel qu'il a cru être du nitrate d'ammoniaque. L'éditeur du *Quarterly Journal* fait remarquer, à ce sujet, que l'on observe souvent, dans le même cas, du sulfate d'ammoniaque provenant de la combustion du charbon de terre.

G. de C.

164. Sur quelques combinaisons doubles entre les hydrochlorates a base d'alcalis végétaux et des chlorures métalliques; par M. Caillot. (*Annal. de Chimie et Physiq.*; octobre 1829, p. 263).

M. Caillot ayant observé dans son travail sur les cyano-hydrargyrates d'iodures alcalins, que les hydriodates d'alcalis organiques forment avec le cyanure de mercure des composés



Digitized by Google

où l'on retrouve le cyanogène et l'iode, rechercha depuis l'action des sels à bases organiques avec le cyanure de mercure et les sels de plomb, de mercure et d'or, et trouva que les méconates, acétates, hydrochlorates, hydriodates et la plupart des sels organiques, agissent différemment sur les sels métalliques, que les sels d'espèce alcaline appartenant au même genre.

Dans son mémoire il examine seulement les sels doubles, formés d'hydrochlorates d'alcalis végétaux et de bi-chlorure de mercure.

En mêlant des dissolutions étendues de ces deux sels, il se forme un précipité blanc, caillebotté, légèrement soluble dans l'eau et l'alcool, incristallisable, inaltérable à l'air, dont la saveur rappelle celle des composans. Au-dessus de l'eau bouillante il se fond en une masse jaune, s'il contient un des alcalis du quinquina; à une chaleur plus élevée, il se décompose, donne de l'ammoniaque et un charbon volumineux.

Le sel double de cinchonine contient 39, 57 de bi-chlorure de mercure.

Quand on verse goutte à goutte du bi-chlorure de mercure dans une dissolution hydrochlorique acide de narcotine, il se forme un précipité blanc, et la liqueur devient neutre, ce qui semble prouver que la narcotine peut, dans quelques circonstancer, saturer les acides. La cantharidine agit de la même manière.

Les iodures alcalins et celui de mercure peuvent se combiner en diverses proportions; tandis que les combinaisons qu'a étudiées M. C. sont toujours en mêmes proportions.

Les hydriodates donnent des sels blancs à l'état d'hydrate, devenant jaunes par la dessiccation, si c'est l'hydrochlorate de strychnine ou de cinchonine, presque tous insolubles dans l'eau et l'alcool, et peu sapides : chauffés ils fondent, deviennent violets et se décomposent en donnent différens produits.

L'iodo-hydrargyrate de mercure d'hydriodate de cinchonine, contient 42, 67 de bi-iodure de mercure.

Si on mêle des solutions de bi-chlorure de mercure et d'hydriodate de cinchonine, on obtient un sel blanc peu soluble dans l'eau et l'alcool, léger, incristallisable, inaltérable à l'air. Les acides, faibles l'acide acétique, par exemple, le trans-

Digitized by Google

forment en iodure rouge de mercure et hydrochlorate et acétate de cinchonine ; séché par l'acide sulfurique il contient 34, 91 de bi-chlorure de mercure.

Les hydriodates et hydrochlorates d'alcalis organiques se combinent avec le cyanure de mercure.

Les cyano-hydrargyrates d'hydriodates sont bleus, légers, incristallisables, inaltérables à l'air, peu solubles dans l'eau et l'alcool; les acides les convertissent en iodures de mercure avec dégagement de vapeur prussique.

Le cyano-hydrargyrate d'hydriodate de cinchonine contient 33, 94 de cyanure de mercure.

### 165. Acide humique.

Le Dr Wiegmann à Brunswick, annonce avoir trouvé 4 et 5 parties sur 100 d'acide humique dans les houilles et les lignites. (*Kastner's Archiv*, T. XV, p. 209.)

### 166. Recherches sur la bile; par H. Braconnot. (*Annal. de chim. et phys.*, octob. 1829, p. 171.)

L'auteur de ces recherches, en examinant les produits immédiats de la bile, a cru devoir négliger ceux dont plusieurs chimistes se sont déjà occupés, pour se livrer spécialement à l'étude du pycromel de bœuf. Ce corps singulier, d'après M. Braconnot, sature jusqu'à un certain point les alcalis, et joue le rôle d'un acide faible. Poursuivons successivement l'examen des différens corps qu'il a obtenus par son analyse. En faisant dissoudre à chaud le pycromel dans une petite quantité d'alcool, il a constaté la présence d'une matière grasse; la matière est devenue mielleuse; en l'agitant alors avec de l'éther, il a obtenu un corps gras acide qui avait la consistance de l'axonge. D'après les propriétés physiques et chimiques de cette matière grasse, il lui reconnaît toutes celles de l'acide margarique. Cependant il adhérait après lui une matière huileuse, qu'il a été facile d'enlever par une eau légèrement ammoniacale. Ces deux corps évidemment étaient, dans la bile, combinés du moins en partie avec la soude et à l'état de véritable savon. D'autres experiences, d'ailleurs du même auteur viennent à l'appui de cette opinion. *De la résine du pycromel de bœuf.* En broyant du pycromel avec de l'acide sulfurique concentré, il s'y dissout, sans changer

de couleur, au moment du mélange; mais quelque temps après il prend une couleur rouge et très-vive, qui passe au violet puis au bleu, ensuite au vert, et enfin au jaune de bile à mesure que l'acide attire l'humidité de l'air.

C'est par un procédé analogue que M. L. Braconnot obtient la résine du pycromel : il abandonne pendant 11 jours, un mélange d'acide sulfurique médiocrement concentré, et de bile, formé de parties égales de ces deux corps. Au bout de ce temps, il s'empare de l'acide sulfurique par plusieurs lessivages d'eau répétés; enfin, pour que cette séparation soit plus complète, on chauffe le tout avec le carbonate de baryte, et dissout la résine dans l'alcool, pour la recueillir parfaitement pure. Ce qui est assez remarquable, c'est que pour 10 gr. de pycromel employé, le poids de la résine obtenue est égal à 8 gr. 7; et cependant on a dû nécessairement éprouver quelques pertes. Cette résine est inaltérable à l'air, parfaitement transparente, d'un jaune brunâtre, très-fragile, plus pesante que l'eau, elle brûle avec beaucoup de flamme et de fumée, ne conduit pas l'électricité, et s'électrise négativement par le frottement; parfaitement insoluble, et immiscible dans l'eau froide ou bouillante, mais l'alcool la dissout en toutes proportions, il en a résulte une liqueur transparente que l'eau précipite abondamment, et qui peut donner un beau vernis étant appliquée sur la surface des corps. D'après ces propriétés, on voit que cette matière appartient à la famille nombreuse des résines; son caractère spécifique cependant c'est de jouer le rôle d'un acide; avec l'ammoniaque affaiblie elle forme une combinaison transparente entièrement soluble dans l'eau.

M. Braconnot termine son mémoire en parlant de l'action de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique sur cette espèce de matière résineuse, enfin de la décoloration du pycromel. Pour tenter la séparation de la matière sucrée, plusieurs oxides peuvent indifféremment être employsé. L'auteur de ces expériences croit devoir en conclure :

1° que la bile est un véritable savon, ainsi que l'avaient établi les anciens médecins.

2° Que le pycronnel de bœuf contient

1° Une résine acide particulière.

2° Des acides margarique et oléique.

Digitized by Google

3° Une matière animale.
4° Une matière alcaline très-amère.
5° Un principe sucré qui s'altère par l'acide sulfurique.
6° Une matière colorante. E. L.

167. SUR L'EXISTENCE DE LA CHOLESTÉRINE DANS L'HUILE DE JAUNES D'OEUFS; par M. LECANU. (*Journ. de pharmac.*, janv. 1829, p. 1.)

Le jaune de l'œuf de quelques animaux fournit une huile qui, quand on la soumet à une température au-dessous de 10°, donne des flocons formés en partie de stéarine, laquelle, d'après M. Planche, est analogue à celle que l'on trouve dans les huiles végétales, par ses propriétés avec l'alcool et les alcalis. MM. Lecanu et Bussy ont remarqué qu'à la distillation, les produits étaient les mêmes que par les substances grasses.

Cette matière huileuse étant abandonnée à elle-même, à une température de 12° à 15°, il s'en précipite une matière toute distincte de la stéarine. Cette matière paraît exister dans l'huile de jaune d'œuf pour $\frac{1}{300}$ en poids; après l'avoir comprimée dans du papier joseph, elle se dissout très-bien dans l'alcool; par le refroidissement elle se dépose sous forme d'écailles nacrées.

Elle fond à 1 45° cent. au-dessus elle se volatilise en partie, sans produire d'acide gras.

La potasse caustique ne la dissout pas. D'après diverses expériences, cette matière peut être regardée comme analogue à la substance cristalline des calculs biliaires, à laquelle M. Chevreul a donné le nom de cholestérine, quoique son point de fusion soit de quelques degrés plus élevé.

Ce qui appuie encore l'opinion de M. Lecanu, c'est que déjà M. Chevreul a annoncé que la matière colorante du jaune d'œuf avait beaucoup d'analogie avec le jaune de la bile.

M. Lecanu regrette de ne point avoir eu d'œufs de diverses espèces d'animaux et de poissons, dans lesquels on peut supposer l'existence de la cholestérine. D'après M. Planche, c'est la matière graisseuse de l'ovaire de la poule, qui fournit à l'œuf la stéarine, et doit lui fournir aussi la cholestérine, fait appuyé par l'opinion de quelques physiologistes, que cette matière concourt à la formation du jaune des œufs. C. F.

Digitized by Google

168. Recherches chimiques sur la résine de gayac; par M. Otto Unverdorben. (*Annalen der Physik und Chemie*, Tom. XVI, page 369, n° 6, 1829.)

D'après les recherches de l'auteur la résine gayac contient :

*a*). Une petite quantité d'une résine, qui est soluble en toute proportion dans l'ammoniaque étendue, qui précipite l'acétate de cuivre à la température de l'ébullition, mais qui ne peut être séparée qu'incomplètement par cette voie, puisqu'elle ne diffère que par cette seule propriété du reste de la résine gayac. Cette résine appartient à la série B (1).

*b*). La majeure quantité du gayac consiste en une résine qui se combine avec l'ammoniaque étendue pour former une masse goudronneuse; celle-ci n'est soluble que dans 6000 parties d'eau, et cède facilement son ammoniaque par la chaleur. — La dissolution alcoolique de l'acétate de cuivre n'est pas troublée par la solution également alcoolique de cette résine; cependant il se forme un peu de résinate (2) d'oxide de cuivre, lorsqu'on ajoute de l'eau au mélange. — Cette résine doit conséquemment être placée entre les séries B et C; car, d'une part, elle se combine bien avec l'ammoniaque, et de l'autre, elle ne décompose pas l'acétate de cuivre et ne se dissout pas non plus dans le carbonate de soude.

Fondue à une douce chaleur, cette dernière résine décompose le carbonate de potasse, et se combine avec sa base. A l'état de fusion, elle décompose aussi l'acétate de cuivre; l'acide acétique s'échappe, et l'oxide se trouve réduit à l'état d'oxidule. L'hydrochlorate de chaux n'est que très-peu attaqué par la résine fondante; il y a seulement des traces d'acide hydrochlorique qui se dégagent. La solution éthérée de pinate de cuivre n'est pas décomposée par la solution également éthérée de la résine de gayac.

On voit ici que le degré d'affinité des acides pour les bases n'est pas en raison directe de leur capacité de saturation; car la résine gayac, qui sature presque trois fois plus de base que

(1) Voy. le *Bulletin*, Tom. X, n° 129.

(2) Qu'on nous pardonne ce terme, que nous employons pour éviter des périphrases et pour bien rendre l'idée de l'original.

Digitized by Google

l'acide pinique, le cède de beaucoup à ce dernier sous le rapport de la force d'affinité.

Les combinaisons de cette résine avec les oxides métalliques et les terres sont insolubles dans l'eau, l'alcool et l'éther.

Le solutum alcoolique de la résine gayac prend une belle couleur bleue par l'influence de plusieurs substances, comme l'acide nitreux, l'hydrochlorate de fer, etc.; mais la couleur disparaît toujours promptement. La couleur bleue communiquée par l'hydrochlorate de fer est très-intense, et la teinture de gayac fait découvrir la moindre quantité de ce sel. Lorsqu'on dissout dans l'eau la combinaison de résine gayac avec la potasse, lorsqu'on la précipite ensuite par un excès d'hydrochlorate d'oxide de mercure, et qu'on échauffe jusque voisin le degré d'ébullition, il se forme un précipité rouge, qui est un mélange d'une résine bleue et d'un résinate d'oxide de mercure. Au lieu d'hydrochlorate de mercure, on peut aussi se servir d'hydrochlorate neutre d'oxide de fer. On extrait la résine bleue avec de l'alcool, et on l'isole en évaporant à une douce chaleur; elle est d'une couleur bleue foncée; la potasse la dissout en la décomposant et en la décolorant sur-le-champ. Les acides sulfurique et hydrochlorique lui enlèvent également la couleur, mais n'exercent sur elle aucune autre action chimique.

En général toutes les substances désoxidantes, comme l'hydrochlorate d'oxidule de fer, l'oxidule d'étain, etc., décolorent subitement cette résine; il en est de même de beaucoup d'autres corps, qui, comme le muriate d'or, l'oxide de fer, exercent une action décolorante, après avoir communiqué préalablement plus d'intensité à la couleur.

En faisant fondre cette résine bleue, on détruit aussitôt sa couleur; elle devient brune, conserve sa couleur, et se comporte absolument comme la résine gayac.

Il en est de même des résines brunes, qu'on obtient en faisant digérer la teinture de gayac avec un excès d'acide nitreux ou d'hydrochlorate d'oxide de fer; lorsqu'on les fait fondre, elles reprennent toutes les propriétés de la résine de gayac. D'après cela, il est probable que la fusion produit, dans ce cas, la désoxidation, au moyen de laquelle la résine modifiée redevient de la résine de gayac. En général, l'oxidation bleue, ainsi

Digitized by Google

que l'oxidation brune, qui est d'un degré plus élevé, se font très-facilement, et la désoxidation n'est pas plus difficile à opérer. La résine bleue se forme partout où le gayac prend une couleur bleue, mais alors elle se réduit facilement ou passe encore plus facilement à un dégré d'oxidation plus élevé, c'est-à-dire qu'elle se transforme en résine brune. Il est remarquable que la résine de gayac, ainsi que ses produits, fournissent, à l'aide de la distillation sèche, des corps doués des plus belles couleurs, comme l'acide pyro-gayacique, l'huile pyro-éthérée, etc.

Après avoir extrait de la résine de gayac avec l'alcool, l'auteur la fit fondre, pour chasser toutes les traces d'alcool et d'huile volatile; il la fit ensuite dissoudre dans la potasse caustique, et ajouta à la dissolution de l'hydrochlorate d'or, jusqu'à ce qu'il y eut un léger excès de ce dernier. Le précipité abondant, qui en résulta, avait une couleur bleuâtre; par l'ébullition, il prit la forme d'une poudre fine. Ce précipité, porté ensuite sur un filtre et traité par l'acide hydrochlorique étendu, prit une teinte violette. C'est sans doute d'une combinaison d'oxide rouge d'or avec de la résine modifiée. La potasse dissout facilement ce résinate d'or, et fournit une dissolution pourpre (résinate double), qui se dessèche en une masse gommeuse. Celle-ci est insoluble dans l'alcool et l'éther. L'alcool la précipite de sa dissolution aqueuse sous forme d'une poudre rouge, et la décompose au moyen de l'ébullition en résine pure, en résinate de potasse et en or métallique : la résine et le résinate restent dissous, et l'or se précipite sous forme d'une poudre noire, qui prend aussitôt sa couleur et son état naturels par le frottement. En faisant évaporer la solution résineuse, et en reprenant le résidu par de l'alcool chargé de potasse, cet alcool dissout une combinaison de résine avec la potasse, et en laisse une autre, qui ne s'y dissout pas et qui offre une consistance huileuse.

A. Le résinate de potasse soluble dans l'alcool, contient à son tour deux résines :

*a*). Une résine peu soluble dans l'ammoniaque, qui se précipite dès qu'on fait bouillir la dissolution; elle se dissout facilement dans la potasse et l'alcool, mais non dans l'éther.

*b*). Une résine bien soluble dans l'ammoniaque, non précipitable par l'ébullition de cette dissolution, bien soluble égale-

Digitized by Google

ment dans la potasse et l'alcool ; cette résine, dissoute dans la potasse, précipite, à l'aide de l'ébullition, le muriate d'or sous forme d'or métallique.

B. Le résinate de potasse insoluble dans l'alcool contient un corps résineux, très-soluble dans l'ammoniaque, qui est brun et qui conserve sa forme pulvérulente, même à la température de l'ébullition. La solution ammoniacale n'est que faiblement décomposée par l'ébullition. L'alcool dissout très-bien le corps brun, et cette dissolution décompose assez complètement l'acétate de cuivre ; le résinate, qui se précipite, est brun, insoluble dans l'alcool et l'éther. La potasse dissout aisément le corps brun ; un excès de cet alcali donne du résinate qui se dépose. La solution aqueuse du résinate alcalin précipite les sels terreux et métalliques, le plus souvent sous forme d'une poudre brune ; avec le muriate d'or, on obtient une poudre bleue, bien soluble dans la potasse avec la même couleur.

Les corps *a*, *b*, B, répandent, lorsqu'on les fait fondre, une odeur en tout semblable à celle de la résine de gayac fondue ; mais leurs dissolutions alcooliques ne colorent nullement en bleu l'hydrochorlate de fer, ce qui les distingue essentiellement de la résine de gayac.

La résine *a* appartient à la série B (1), et les résines *b* et B appartiennent à la série A.

On voit d'après tout cela que l'oxide d'or, dans sa réduction en suboxide, forme plusieurs résines avec lesquelles il se combine. Ces résinates de suboxide prennent un éclat vitreux par une forte compression et fondent bien au-dela du point d'ébullition en une résine noire, qui ne cède de l'or métallique que quand on la fait gonfler et bouillir par une plus forte chaleur. Ils ne se dissolvent pas dans l'éther et l'alcool, qui ne les décomposent pas non plus ; l'acide nitrique les décompose, mais non l'acide hydrochlorique.

Le résinate double de potasse et de suboxide d'or est précipité en rouge par le nitrate d'argent. Le précipité rouge se décompose par l'ébullition et le suboxide d'or se trouve en grande partie détruit. Il se forme du résinate d'oxidule d'argent, un peu de résinate de suboxide d'or reste indécomposé, et de l'or métallique se précipite. L'hydrochlorate de baryte et de magnesie

(1) Voy. pour ces séries, le *Bulletin*, Tom. X, n° 129.

Digitized by Google

précipitent avec une belle couleur pourpre la dissolution du résinate de suboxide d'or dans la potasse, et forment un résinate de magnésie, combiné chimiquement avec du résinate de suboxide d'or. Ce corps est d'une couleur violette, insoluble dans l'eau et l'alcool, et indécomposable par la potasse caustique. L'acide hydrochlorique dissout la magnésie et laisse pour résidu une poudre rouge, qui est du résinate de suboxide d'or. L'acétate de cuivre se comporte de la même manière. L'acétate de plomb, les hydrochlorates d'oxidule d'étain et d'oxidule de fer donnent des précipités pourpres avec le résinate de suboxide d'or dissous dans la potasse liquide; ces précipités, traités par la potasse, forment un nouveau résinate double de potasse et de suboxide d'or, d'une couleur rouge. Dans ce cas, l'oxide métallique est, ou bien dissous dans l'excès de potasse, comme cela arrive pour l'oxidule d'étain, ou bien il reste indissous, comme l'oxidule de fer.

Le muriate d'or donne, avec la dissolution aqueuse du résinate de potasse et d'oxidule d'or, un beau précipité rouge, qui se dissout facilement dans la potasse avec la même couleur. L'ammoniaque ne dissout pas le résinate acide de suboxide d'or, et ne forme point de sel double.

Le sel ammoniaque précipite le résinate double; le précipité consiste en un résinate acide de suboxide d'or, d'une couleur rouge. L'auteur n'a pas pu séparer le suboxide d'or de ces combinaisons.

Lorsqu'on fait bouillir une solution saturée de résine de gayac dans la potasse avec un excès de nitrate d'argent, on obtient, comme avec l'or, un résinate d'oxidule d'argent, sous forme d'une poudre brune, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, mais bien soluble dans la potasse. Cette dernière solution fournit, par l'évaporation, une masse gommeuse, noire, soluble dans l'alcool et l'éther, et se comportant avec l'alcool bouillant de la même manière que le sel d'or; il se précipite, en effet, de l'argent métallique. L'action, à l'égard de l'ammoniaque, est encore la même.

Les sels de mercure et de platine n'ont pas fourni à l'auteur de combinaisons analogues. KUHN.

Digitized by Google

169. **Sur le prétendu acide benzoïque de l'urine du cheval**; par J. Liebig. (*Geiger's Magaz. für Pharmacie*; mars 1830, p. 256.)

Il résulte des recherches de M. Liebig, que le corps trouvé par Fourcroy et Vauquelin dans l'urine du cheval, et considéré comme étant de l'acide benzoïque, n'en est point. Ce corps est moins soluble dans l'eau chaude que l'acide benzoïque, il ne se sublime qu'en partie, il se charbonne par la chaleur et répand une odeur pénétrante d'eau de laurier-cérise. Cependant, malgré cela, il ne contient point d'azote.

M. Liebig s'occupe en ce moment de l'analyse de ce principe particulier; il a également repris l'analyse encore fort imparfaite, selon lui, des acides urique, succinique, mellitique, pyrotartrique, subérique et camphorique. K.

170. **Note sur l'acide lactique**; par M. Raspail. (*Annal. des scienc. d'observ.*; mars 1830, p. 343.)

Au sujet d'expériences de M. Berzelius sur l'acide lactique, M. R. rappelle des observations qu'il a faites précédemment, (*Annal. des scienc. d'obs.*, Tom. II. p. 422) et dont M. Berzelius n'a certainement pas eu connaissance. M. R. établit d'abord une grande différence entre l'acide lactique de Scheele et celui de M. Berzelius. Le premier chimiste obtenait son acide en filtrant le lait aigri, saturant par la chaux, filtrant pour séparer le phosphate de chaux, étendant la liqueur de 3 fois son poids d'eau, précipitant la chaux par l'acide oxalique, évaporant en consistance de miel, traitant par l'alcool et distillant; tandis que M. Berzelius traite par l'alcool l'extrait obtenu par l'évaporation à siccité du petit lait, qui contient de l'acide lactique, du lactate et de l'hydrochlorate de potasse, du phosphate de chaux et un peu de matière animale. Il ajoute à la liqueur de l'alcool contenant les 0,003 de son poids d'acide sulfurique pour précipiter le sulfate de potasse, fait digérer avec du carbonate de plomb pour séparer les acides sulfurique et phosphorique et la plus grande partie de l'acide hydrochlorique; précipite le plomb du lactate qui est dans la liqueur par l'hydrogène sulfuré, et fait digérer la liqueur par de la chaux vive pour séparer la matière animale : il ne reste plus que

du lactate et de l'hydrochlorate de chaux : on sépare celle-ci par l'acide oxalique et l'acide hydrochlorique par l'argent, on évapore à siccité pour séparer un peu d'oxalate de chaux et on obtient un acide jaune brunâtre, d'une saveur aigre et piquante, qui, échauffé, répand l'odeur de l'acide oxalique sublimé.

M. R. pense que l'acide lactique doit retenir des quantités appréciables d'acides sulfurique, hydrochlorique et oxalique, et de matière animale, *portion la moins phosphatée de l'albumine*, parce que les évaporations à siccité ne peuvent chasser toute l'eau, que l'alcool s'en trouve étendu, et que la matière animale en se coagulant retient une partie du liquide.

D'après ces principes, que M. R. croit qui ne seront pas adoptés de long-temps, il serait impossible d'obtenir une matière organique pure, et l'acide lactique de M. Berzelius ne pourrait laisser dégager d'acétate d'ammoniaque à la distillation, puisque ce serait pour ainsi dire un acide multiple, et en outre M. R. ne sait comment concilier l'opinion actuelle de M. Berzelius avec celle qu'il avait émise précédemment, ainsi que Scheele, MM. Bouillon-Lagrange et Thénard, que l'acide lactique distillé donne de l'acide acétique.

M. R. explique ainsi qu'il suit l'expérience de M. Berzelius.

L'ammoniaque et l'acide acétique étendus se saturent difficilement, et comme cet acide est assez étendu dans l'acide lactique et mêlé à de l'albumine, la combinaison peut avoir lieu en totalité, et M. R. rappelle à cette occasion que l'ammoniaque ne précipitait pas l'albumine de son acide lactique artificiel, et par conséquent saturait beaucoup moins l'acide acétique que la baryte, etc.

En distillant une solution aqueuse d'acétate d'ammoniaque, il passe d'abord de l'ammoniaque, ensuite de l'acide acétique, et enfin le sel passe lui-même : l'albumine retiendrait encore mieux l'acide.

L'acétate d'ammoniaque ne se sublime qu'avec excès d'acide : neutre, il passe en dissolution dans l'eau et inaperçu, surtout si l'ammoniaque est en excès.

M. R. fait de toutes pièces une combinaison d'acide acétique rectifié et d'albumine d'œuf de poule d'où la plus longue ébullition ne pouvait chasser l'acide. L'ammoniaque ne pourrait détruire cette combinaison.

Digitized by Google

L'ammoniaque a, ainsi que l'acide acétique, de l'affinité pour l'albumine, et empêcherait l'acétate de se dégager.

Enfin, M. R. établit qu'en versant de l'acide acétique dans l'albumine d'œuf de poule, faisant bouillir et filtrant jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de coagulum, on obtient par évaporation une substance très-acide, déliquescente, soluble dans l'eau et l'alcool, et produisant tous les sels de l'acide lactique ou nancéïque.

171. Sur la putréfaction animale; par Ch. Matteucci. (*Annal. de Chim. et Physiq.*, octobre 1829, p. 310.)

M. Matteucci a eu l'idée de rechercher l'influence que peut avoir l'état électrique sur la décomposition spontanée des substances animales; et en considérant l'oxigène comme éminemment électro-négatif, il pense qu'il suffit, pour empêcher sa combinaison avec les fibres animales, de les établir dans un état négatif. D'après des expériences de Bellingeri de Turin, et d'autres qui lui sont propres, persuadé que les substances animales mises en contact avec les métaux s'établissent elles-mêmes en état électrique, M. M. plaça quelques morceaux de muscles sur des plaques de zinc ou de cuivre, et abandonna d'autres à eux-mêmes. Avant un jour, ceux-ci avaient commencé à se putrifier, et ceux qui étaient placés sur des métaux n'avaient rien éprouvé, et plus tard les produits de l'altération de ces derniers étaient différens et en rapport avec l'état électrique que l'on y avait déterminé. Il se forma des produits ammoniacaux et de l'hydrogène carboné dans les muscles en contact avec le zinc, et beaucoup d'acide et d'acétate de cuivre dans ceux qui étaient placés sur le cuivre.

En disposant des muscles comme conducteurs aux pôles d'une pile, M. M. a obtenu des effets encore plus marqués, et il croit que le charbon agit bien plus comme électro-moteur que comme absorbant, sur les plaies dont il détruit l'odeur et empêche le développement ultérieur de matière fétide.

172. Examen chimique d'un cerveau ossifié; par le même (*Ibid.*; octobre 1829, p. 333.)

M. Matteucci regarde comme unique le cerveau humain entièrement ossifié qu'il a examiné.

Digitized by Google

Chauffée, la matière donne de l'ammoniaque et un charbon volumineux difficile à incinérer. L'alcool bouillant en dissout une grande partie, mais ne produit pas de dépôt par refroidissement. L'eau agit de même. L'acide hydrochlorique en dissout une grande partie avec effervescence. L'ammoniaque en précipite du phosphate de chaux, et ensuite l'oxalate d'ammoniaque, du carbonate de chaux.

La substance animale qui reste et forme plus de la moitié de la masse, est molle et très-soluble dans l'eau et l'alcool; la liqueur se trouble par la noix de galle. M. M. regarde cette substance comme de l'osmazone.

## MÉLANGES.

173. SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES.

30 *novembre* 1829. — Dans cette séance annuelle, le Président, M. Davies Gilbert, a lu une notice sur le Dr Wollaston, le Dr Young et sir Humphry Davy, et annoncé la mort du Dr Dish, de lord Buchan, de lord Oreil, (M. Forster), de M. Smithson, de sir Christophe Hawkins, du Dr Wawel, du rév. Robert Mares, de M. Tavel et de M. Vauquelin.

On a décerné deux médailles.

La 1re à M. Charles Bell pour ses recherches sur les fonctions des nerfs. La 2e à M. Mittscherlich pour ses recherches sur l'isomorphisme.

28 *janvier* 1830. — On lit les mémoires suivans : Expériences sur l'influence des aurores boréales sur l'aiguille aimantée. Extrait d'une lettre du rév. James Farquarson au capit. Sabine.

Sur la production de double réfraction régulière dans les molécules des corps par simple pression; avec des observations sur l'origine de la structure de double réfraction, par le Dr Brewster.

18 *février*. — On lit des observations faites avec le pendule invariable de Jone, n° 4, dans le but de déterminer la compression de la terre, par le rév. Fearon, astronome de l'Observatoire du Cap : communiquées par les lords de l'amirauté qui ont aussi communiqué une notice sur un météore observé au

Digitized by Google

même lieu, le 19 octobre 1829, par le cap. Ronald, astronome adjoint.

On lit aussi un mémoire sur le développement des fonctions, par J. Walsh.

174. Prix proposé par l'Académie de Dijon.

Faire connaître une théorie suffisaute des changemens de température, soit en plus, soit en moins, qui accompagnent les actions chimiques.

1° En déterminant si les changemens de température qui se manifestent pendant les actions chimiques (qu'il s'agisse de dissolution, de combinaison, proprement dite, ou de décomposition) dépendent d'une seule cause; ou si plusieurs y concourent, soit dans tous les cas, soit dans telles circonstances données.

2° En assignant à ces causes, s'il y en a plusieurs, la part d'influence qui leur appartient.

3° Les hypothèses nouvelles que les concurrens pourront émettre, devront être exposées clairement et étayées d'expériences; et s'il y a lieu, de calculs qui leur impriment un haut degré de probabilité.

Le prix est de la valeur de 300 fr. Les mémoires doivent être envoyés, avant le 1er mai 1831, au Président de l'Académie.

175. Prix proposé par la Société de Pharmacie de Paris.

Prix de 1500 fr. pour la question suivante:

1° Indiquer d'une manière précise les conditions qui déterminent la transformation de l'alcool en acide acétique.

2° Indiquer les phénomènes qui accompagnent cette transformation et les produits qui en résultent.

Prix de 1000 fr.

Indiquer une série de caractères propres à distinguer les alcalis végétaux, soit entr'eux, soit des autres substances organiques, et assez sûre pour pouvoir être appliqués dans les cas de médecine légale.

Les mémoires devront être adressés, avant le 1er juin 1831, à M. Robiquet, au collége de pharmacie.

Digitized by Google

# TABLE
## DES ARTICLES DU CAHIER D'AVRIL 1830.

*Mathématiques.*



*Astronomie.*



*Physique.*



*Météorologie.*



*Chimie.*



*Mélanges.*



PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
RUE JACOB, N° 24.

Digitized by Google

# BULLETIN

## DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

### ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

---

## MATHÉMATIQUES.

176. ANNALES DE MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES; par M. GERGONNE. T. XX, n° 12, juin 1830.

Dans un premier article, M. Gergonne démontre, d'après M. Crelle, que *tout nombre donné est toujours diviseur d'un autre nombre, exprimé par des périodes de chiffres données, suivies d'un certain nombre de zéros;* que, par exemple, étant donné la période 4813, il n'est aucun nombre donné qui n'ait un multiple de la forme

48134813..... 48134813000....000.

Dans un deuxième article, M. R. S. s'occupe de quelques expressions algébriques peu connues, parmi lesquelles il nous suffira d'en citer quelques-unes des plus simples, pour donner une idée de la nature de ses recherches. Il prouve, par exemple, que $k$ étant un nombre arbitraire, positif ou négatif, on a, à l'infini,

$$\frac{a}{m}=\frac{a+k\dfrac{a+k\dfrac{a+\ldots\ldots}{m+k}}{m+k}}{m+k},\quad \sqrt[m]{a}=\sqrt[m+k]{a\left(\sqrt[m+k]{a\left(\sqrt[m+k]{a(\ldots)^k}\right)^k}\right)^k};$$

formules au moyen desquelles on peut changer une division par $m$ en une infinité de divisions par $m+k$, ou une extraction de racine $m^{\text{me}}$ en une infinité d'extractions de racines $(m+k)^{\text{mes}}$; d'où résulte, en supposant $k=\pm 1$, qu'on pourra transformer soit une division par un nombre quelconque en une suite de divisions par *deux*, soit une extraction de racine de degré quelconque en une suite d'extractions de racines carrées. L'auteur



Digitized by Google

prouve d'ailleurs qu'on peut ici procéder par une suite d'approximations, comme dans l'évaluation des fractions continues.

L'auteur, sans recourir à la division, explique très-simplement la formule.

$$x = a - a + a - a + a - a + \ldots\ldots$$

en observant qu'elle revient à

$$x = a - (a - a + a - a + a - a + \ldots)$$

qui revient à

$$x = a - x$$

et donne

$$x = \tfrac{1}{2} a\,;$$

il prouve de même que

$$x = 1 - 2 + 4 - 8 + 16 - 32 + 64 - \ldots\ldots$$

revient à

$$x = \tfrac{1}{3}\,;$$

que

$$x = \cfrac{a}{\cfrac{a}{\cfrac{a}{\cfrac{a}{\cfrac{a}{\vdots}}}}}$$

revient à

$$x = \sqrt{a}\,;$$

qu'à

$$x = \cfrac{a}{\cfrac{a^2}{\cfrac{a^4}{\cfrac{a^8}{\cfrac{a^{16}}{\vdots}}}}}$$

on peut substituer

Digitized by Google

$$x = \sqrt[3]{a};$$

et ainsi des autres.

Dans un troisième article, M. Le Barbier donne une formule propre à déterminer, avec beaucoup de chiffres décimaux, les logarithmes des grands nombres, lorsqu'on n'a que des tables fort bornées de ces mêmes logarithmes. L'explication des moyens ingénieux auxquels l'auteur a recours pour parvenir à son but, exigerait trop de développemens pour pouvoir trouver place ici.

Dans l'article qui suit, M. Gergonne présente le résumé de ses observations météorologiques pour 1829; nous en donnerons plus bas l'extrait.

Dans un autre article M. Lenthéric prouve que le produit des trois côtés d'un triangle rectangle en nombres est toujours exactement divisible par *soixante.*

Enfin, dans un dernier article, M. C. Pagliani résout ce problème : *Trouver mille nombres consécutifs de la suite naturelle, tels que la somme de leurs cubes soit elle-même un cube?* L'auteur trouve qu'on peut prendre pour le premier de ces nombres 1134, et conséquemment pour le dernier 2133; et que la somme de leurs cubes est le cube de 16830. Il observe qu'on parviendrait encore évidemment au but en prenant pour le premier de ces nombres —499 et pour le dernier +500; la somme de leurs cubes serait alors le cube de 500. M. Pagliani ne nie pas d'ailleurs que le problème ne puisse avoir encore d'autres solutions; mais il pense qu'on ne pourrait les déduire que d'une analyse fort compliquée.

### MÉTÉOROLOGIE.

*Observations météorologiques* faites à Montpellier en 1829; par M. GERGONNE.

Le lieu où les observations ont été faites est caractérisé comme il suit :

Longitude à l'est du méridien de Paris.... $1^{\circ}\ 32'\ 25''$

Latitude boréale........................ $43^{\circ}\ 36'\ 39''$

Hauteur au-dessus du niveau de la mer $39^{m}$, 25.

Les instrumens sont : 1° un baromètre de Fortin, à niveau constant, exactement comparé avec celui du Bureau des longitudes.

2° Un thermomètre centigrade de Fortin, également comparé à celui du Bureau des longitudes, exposé à l'extérieur au nord.

3° Un hygromètre à cheveu de Saussure, situé dans l'intérieur de l'appartement.

4° Enfin deux aiguilles, l'une d'inclinaison et l'autre de déclinaison, construites par Secker aîné, à Paris.

Les hauteurs barométriques sont réduites à la température de la glace fondante.

Les observations ont eu lieu quatre fois le jour, à des intervalles de 5 heures les unes des autres.

Nous ne donnerons ici que les résultats mensuels; ceux qui désireront plus de développemens pourront consulter les *Annales de Mathématiques*, T. XX, p. 272.

BAROMÈTRE.

| 1829. | Maximum. | Moyenne. | Minimum. |
|---|---|---|---|
| Janvier | 760,45 | 752,07 | 742,65 |
| Février | 768,01 | 760,57 | 747,03 |
| Mars | 761.71 | 753,05 | 739,27 |
| Avril | 761,41 | 752,94 | 742,63 |
| Mai | 761,55 | 756,93 | 749,39 |
| Juin | 763,90 | 759,15 | 751,69 |
| Juillet | 764,05 | 758,69 | 752,44 |
| Août | 764,11 | 760,05 | 754,24 |
| Septembre | 764,12 | 756,90 | 745,22 |
| Octobre | 769,37 | 760,10 | 750,39 |
| Novembre | 766,35 | 758,63 | 739,47 |
| Décembre | 770,33 | 759,28 | 748,60 |

Ce qui donne, pour la moyenne de l'année...... 757,36.

THERMOMÈTRE.

| 1829. | Maximum. | Moyenne. | Minim. |
|---|---|---|---|
| Janvier | 12°,90 | 3°,67 | — 4°,70 |
| Février | 18,00 | 6,10 | — 4,20 |
| Mars | 18,20 | 10,92 | — 0,25 |
| Avril | 23,50 | 13,75 | + 6,15 |
| Mai | 24,55 | 18,24 | + 9,75 |
| Juin | 28,50 | 20,79 | +11,40 |
| Juillet | 28,05 | 23,37 | +19,15 |
| Août | 27,60 | 23,34 | +15,35 |
| Septembre | 24,45 | 17,93 | +12,30 |
| Octobre | 24,45 | 13,27 | + 4,30 |
| Novembre | 15,75 | 8,83 | — 2,60 |
| Decembre | 13,85 | 2,35 | —10,25 |

HYGROMÈTRE.

| 1829. | Maxim. | Moyen. | Minim. |
|---|---|---|---|
| Janvier | 96°,5 | 85°,9 | 72°,0 |
| Février | 91,5 | 83,0 | 70.0 |
| Mars | 93,0 | 85,1 | 70,0 |
| Avril | 92,0 | 85.7 | 70,0 |
| Mai | 87,0 | 81,7 | 72,0 |
| Juin | 82,0 | 69,0 | 58,5 |
| Juillet | 84,5 | 69,4 | 55,5 |
| Août | 80,0 | 66,6 | 54,0 |
| Septembre | 86,0 | 77,6 | 61,0 |
| Octobre | 86,0 | 76,3 | 64,0 |
| Novembre | 92,5 | 80,8 | 68,0 |
| Décembre | 93,0 | 85.2 | 75,5 |

Digitized by Google

| | |
|---|---|
| Moyenne de l'année... 13°,55. | Moyenne de l'année... 78°,9. |

Inclinaison de l'aiguille aimantée, le 16 septembre 1829...... 64°,23
Déclinaison à l'ouest, le 18 mai 1830..................... 20,29

177. ANFANG'S-GRUENDE DER STATIK, etc. — Elémens de statique; avec un Mémoire sur la théorie des momens et des aires; par M. POINSOT. Traduit du français en allemand, par M. Jacob Wilhelm LAMBERT, principal prof. de mathémat. au Gymnase royal de Wetzlar. In-8° de xx et 388 p., avec 4 pl. Giessen, 1828; Heyer.

La statique de M. Poinsot, comme on sait, fut destinée à l'enseignement des élèves de l'École Polytechnique. Cet ouvrage est connu des lecteurs français; il a été jugé et apprécié comme il méritait de l'être. L'auteur continue à jouir de son succès : quoiqu'il n'assiste plus aux examens, son livre l'y représente toujours et y parle pour lui. Sa réputation a franchi nos frontières. Son savant traducteur s'exprime de la manière suivante, à peu près, dans son avant-propos.

« Dans les heures de loisir, que me laissent mes nombreuses affaires, je m'occupe, de préférence, des mathématiques appliquées. Je fus on ne peut plus agréablement surpris, lorsqu'au milieu de cette occupation favorite, la Statique de M. Poinsot me tomba dans les mains. C'était la quatrième édition, publiée à Paris, en 1821.

« La clarté des pensées, la facilité du style, l'art d'introduire dans les élémens plusieurs propositions de haute mécanique, de rendre par là plus intéressante encore une étude déjà si attrayante par elle-même, et de faire passer dans la pratique une foule de principes abstraits et de pure théorie, voilà ce qui distingue ce livre parmi cette multitude de livres français du même genre et justement estimés; voilà, dit M. Lambert, ce qui me détermina à prendre la résolution de le transplanter du sol natal, et me fit espérer que l'exécution de mon projet obtiendrait l'assentiment et mériterait la reconnaissance des géomètres allemands. Outre cela, il est de l'intérêt général d'apprendre à connaître un ouvrage qui, en France, où l'étude des mathématiques est si florissante, a été jugé digne d'être adopté dans les établissemens d'instruction publique. »

Digitized by Google

M. Lambert ajoute qu'il a traduit mot-à-mot, excepté dans quelques endroits, pour être plus à la portée des commençans. Il a été obligé de créer quelques locutions, notamment pour rendre le mot *couple*, qui n'avait point son analogue en allemand. B—y.

178. Der höhere geometrische Jugend-Freund, etc. — Le jeune ami de la géométrie transcendante, ou Exposition populaire des principes de la haute géométrie, à l'usage des commençans; par M. Hoffmann. In-8° de viii-242 p., avec 11 planches lithographiées. Mayence, 1829; Florian Kupferberg.

Ce volume est le cinquième d'une collection d'ouvrages relatifs aux mathématiques. Voici un sommaire des matières qu'on y traite :

1° Notions préliminaires pour préparer à l'étude de la géométrie analytique ou transcendante; construction des équations déterminées. 2° Développement des équations de la ligne droite et du cercle.

2° Origine et propriétés fondamentales de la parabole, de l'ellipse et de l'hyperbole.

3° Inventeurs des sections coniques et auteurs qui en ont traité.

4° Tangentes, sous-tangentes, normales, sous-normales et diamètres des sections coniques.

5° Sections circulaires et elliptiques, paraboliques et hyperboliques, dans le cône oblique.

6° Quadrature et cubature des sections coniques.

Malgré son titre modeste, ce traité offre un article qu'on trouve dans bien peu d'ouvrages de ce genre. C'est une digression sur l'histoire des sections coniques. En voici le précis :

Platon à qui on attribue les premières applications de l'analyse à la géométrie, doit avoir été le premier inventeur des sections coniques, 400 ans avant l'ère vulgaire. Cette théorie encore peu avancée fut perfectionnée par Ménechme, élève de Platon. Un autre disciple de ce philosophe, Aristée, a écrit le premier sur les sections coniques un ouvrage composé

de cinq livres. Pappus en fait mention dans la précieuse collection qu'il nous a laissée, et où il rapporte les méthodes, les paroles mémorables et les solutions des mathématiciens. Euclide (300 ans avant J.-C.) avait aussi écrit sur les sections coniques. Pappus dit qu'il avait beaucoup développé la théorie et fait une grande partie des quatre premiers livres d'Apollonius. Archimède (250 ans avant J.-C.) paraît n'avoir rien composé sur les sections coniques.

Le principal ouvrage sur ce sujet est le célèbre écrit d'Apollonius de Perge (200 ans avant J.-C.), désigné, dans l'antiquité, sous l'épithète honorable de *Grand-Géomètre*.

Le traité d'Apollonius est divisé en huit livres. Les quatre premiers, que nous possédons encore dans la langue de l'auteur, traitent de l'origine des sections coniques et de leurs principales propriétés, des diamètres et des asymptotes, et de plusieurs applications très-ingénieuses de ces courbes. Les trois suivans sont une traduction latine, faite d'après l'arabe, et le huitième a été rétabli par Halley, d'après une table de l'ouvrage d'Apollonius. Ces quatre derniers livres contiennent des recherches très-difficiles, qui prouvent la sagacité de l'auteur. Cet écrit porte ce titre : *Apollonii Pergæi* conica cùm Pappi Lemmatis ac Eutocii commentario et Sereni Antisensis de sectione cylindri et coni. Lib. II, ex editione Hallei. Oxoniæ, 1710. Fol. (1)

Nous ne croyons pas devoir donner ici la liste de différens ouvrages cités en cet endroit par l'auteur. Avant de finir, ajoutons que ce traité, modestement appelé populaire, contient plusieurs séries de questions, qui semblent très-propres à exercer les élèves. B—y.

179. Mémoire sur la théorie et la détermination de l'équateur du système solaire; par M. Poinsot.

On sait que dans le mouvement de plusieurs corps libres qui réagissent les uns sur les autres, si l'on projette sur un plan les aires que tracent autour d'un point fixe ou *foyer*, les rayons vecteurs menés de ce foyer à toutes les particules égales

(1) Voy. l'analyse de l'ouvrage d'Apollonius dans le *Bulletin*, 1825, Tome III, n° 362.

du système, la somme de ces aires projetées est toujours la même en temps égaux; et c'est dans cette propriété générale que consiste le principe de la *conservation des aires*. M. Poinsot fait précéder son mémoire de quelques considérations philosophiques sur la manière dont les géomètres se sont élevés successivement à la découverte de ce principe; il fait voir que la marche qu'ils ont suivie est dans la nature même de l'esprit humain qui ramène toujours le composé au simple, et qui ne connaît avec pleine évidence qu'une seule loi, celle de la constance et de l'uniformité.

L'auteur compare ensuite les valeurs des aires projetées sur les différens plans menés par le foyer, que l'on place ordinairement au centre de gravité du système. Il fait voir qu'il y en a un pour lequel cette valeur est *maximum*, et c'est celui-là que Laplace a nommé *plan invariable*. « La considération de ce plan remarquable, dit M. Poinsot, s'était déjà présentée aux géomètres dans la recherche analytique du mouvement de quelques systèmes : et elle avait même été employée dans le problème de la rotation d'un corps solide qui tourne librement autour de son centre de gravité. En cherchant à simplifier le calcul, on était arrivé naturellement à ce plan de projection, comme à l'un des trois plans coordonnés qu'on devait choisir de préférence, afin de rendre nulle la somme des aires sur les deux autres, et de faire ainsi disparaître deux intégrales ou constantes arbitraires. Or, il faut faire ici une remarque essentielle : c'est que ce seul cas particulier de la détermination du plan invariable dans le mouvement d'un corps ou système solide, en contient au fond toute la théorie; car, comme l'expression des aires décrites par les différens points d'un système ne dépend ni de la liaison ni de l'attraction mutuelle de ces points, il est évident que le même calcul, ou la même transformation de coordonnées, qui détermine ce plan dans un système de points liés entre eux, le donne également dans un système de points invariablement liés entre eux d'une manière quelconque. Ainsi l'on voit que la théorie du plan invariable se trouvait connue, parce que cette théorie étant indépendante de la nature du système, un seul exemple qu'on en donne suffit pour la démontrer tout entière. Mais on doit dire que Laplace est le premier qui

Digitized by Google

ait considéré et déterminé ce plan dans notre système planétaire, et qui lui ait donné un nom.

« Or, ayant eu l'occasion d'examiner cette analyse, j'ai remarqué qu'elle ne pouvait être exacte que dans l'hypothèse où les planètes seraient regardées comme autant de points massifs, dont chacun serait chargé de la masse entière de la planète et de ses satellites; et qu'ainsi, pour déterminer le plan invariable du *maximum* des aires, Laplace n'avait considéré que les aires dues aux seuls mouvemens de révolution des planètes autour du soleil.

« En appliquant nos principes à cette détermination, j'ai reconnu que la position du plan invariable dans le système du monde ne dépendait pas seulement des aires que décrivent les planètes en vertu de leurs révolutions autour du soleil, mais qu'elle dépendait encore d'autres aires, auxquelles on n'avait point songé, savoir : de celles qui sont dues aux révotions particulières des satellites autour de leurs planètes principales, et de celles qui naissent de la rotation de ces planètes et du soleil lui-même sur leurs propres axes. Il résulte en effet, de notre théorie des couples, que le plan dont il s'agit n'est au fond que celui de l'aire qui proviendrait de la combinaison de toutes ces aires simultanées, si on les composait entre elles à la manière des simples forces appliquées sur un point; que le plan de cette aire résultante est le seul dont on puisse affirmer qu'il demeure immobile dans le ciel, ou qu'il reste toujours parallèle à lui-même, quels que soient les changemens que la suite des siècles puisse amener dans les mouvemens, dans la figure et la position mutuelle des différens corps célestes. Que si l'on ne composait entre elles qu'une partie de ces aires simultanées, on ne pourrait plus dire que l'aire partielle qui en résulte est invariable de grandeur et de position dans l'espace : d'où il faut conclure que le plan invariable déterminé par Laplace peut changer, et qu'ainsi il n'est pas propre à faire reconnaître, dans la suite des temps, les changemens réels qui peuvent survenir dans la position des orbes et des équateurs planétaires.

« Pour remplir ce grand objet, et donner aux astronomes futurs le moyen de comparer avec précision les observations séparées par de longs intervalles de temps, il faut donc re-

Digitized by Google

courir à ce nouveau plan que je propose, et qui forme en quelque sorte l'immuable *équateur* du système du monde. Voici l'expression la plus simple de la règle qui le détermine.

«Considérez d'abord, pour chacun des corps célestes, l'aire résultante de celles que décrivent toutes ses particules autour de son propre centre de gravité, aire qui tombe sur le plan de l'équateur du corps, et qui a pour mesure le produit de son moment d'inertie par sa vitesse angulaire de rotation; et regardez maintenant les centres de ces corps comme autant de points où leurs masses respectives seraient concentrées :

« Considérez ensuite, pour chaque groupe formé d'une planète et de ses satellites, l'aire que chacun des corps y décrit dans son orbite autour du centre de gravité de ce groupe, laquelle se trouve en multipliant la masse du corps par le carré du rayon vecteur et la vitesse angulaire de révolution; et réduisez maintenant ce groupe à son centre de gravité comme à un seul point où toute la masse serait concentrée.

« Considérez enfin les aires que les centres de ces groupes et ceux des corps qui n'ont point de satellites, décrivent dans leurs orbites autour du commun centre de gravité de tout le système, et dont chacune se mesurera de même en multipliant la masse par le carré du rayon vecteur et la vitesse angulaire de révolution.

« Si, par ce même centre de tout le système, vous menez des lignes perpendiculaires aux plans respectifs de toutes les aires que je viens de considérer, et proportionnelles à leurs grandeurs, et que vous composiez entre elles toutes ces lignes à la manière des forces, la ligne résultante sera perpendiculaire au plan de l'équateur cherché, et sa longueur représentera la quantité de l'aire totale qui s'y décrit.

« Sur quoi il faut observer que les lignes composantes dont il s'agit doivent être tirées d'un même côté de l'écliptique, parce que, dans notre système, les différentes aires que ces lignes représentent, étant vues de ce même côté, paraissent se décrire dans le même sens. Ainsi en supposant toutes ces lignes menées du côté boréal de l'écliptique, la ligne résultante prolongée jusqu'au ciel, ira marquer le pôle boréal de l'équateur du système du monde.

« Par cette règle générale (ou les formules qu'on en peut faci-

Digitized by Google

ment déduire), si l'on suppose connues les masses et les momens d'inertie des corps célestes, il est évident qu'à une époque quelconque, et par les distances et les mouvemens mêmes des corps célestes, observés à cette époque, on pourra déterminer la position de cet équateur par rapport au plan mobile de quelque orbite planétaire, tel, par exemple, que le plan de notre écliptique. Si donc on imagine que la recherche en soit faite à des époques différentes, et qu'on le trouve situé dans des positions différentes, comme on est sûr que ce plan n'aura pas changé, on conclura le changement réel survenu dans la position de l'écliptique et des différentes orbites qu'on y aurait rapportées. C'est ainsi que les observations des mouvemens célestes peuvent être ramenées à des termes fixes, et dégagées de l'incertitude et de l'erreur que les variations de l'écliptique et le mouvement propre des étoiles auraient pu à la longue y introduire.

« Quant à ces aires nouvelles qui doivent entrer dans la détermination de notre plan invariable, on pourrait dire que celles qui viennent des mouvemens particuliers des satellites, et même de la rotation de quelques planètes, sont des quantités assez petites, et que le plan invariable déterminé en ne négligeant que ces petites quantités différerait peu du véritable. Mais il faut remarquer que l'aire due à la rotation du soleil est une quantité considérable, et qui ne peut être omise dans aucun cas; car en supposant d'abord le soleil homogène, je trouve que cette aire vaut plus de 50 fois celle que la terre décrit en vertu de son mouvement dans son orbite annuelle. Si, comme il est vraisemblable, la densité du soleil n'est pas uniforme, mais qu'elle augmente de la surface au centre en raison de la profondeur, ou bien encore suivant cette loi de densité gue Laplace emploie pour la figure de la terre, dans le tom. V de sa *Mécanique céleste*, et qui fait la densité proportionnelle à la racine carrée de la pression, je trouve que l'aire décrite a encore les deux tiers de la valeur précédente. Et dans l'hypothèse même où la densité irait en croissant, depuis la surface où elle serait nulle, jusqu'au centre où elle deviendrait infinie, comme ferait l'ordonnée d'une hyperbole équilatère qui s'avancerait parallèlement à elle-même pour se confondre avec l'asymptote, je trouve que l'aire dont il s'agit vaudrait

encore la moitié de celle qui a lieu dans le cas de l'homogénéité. De sorte que, dans cette hypothèse qui paraît extrême, le plan invariable de Laplace, déterminé sans tenir compte de cette quantité, diffère autant du véritable que si l'on eût oublié dans le calcul au moins 25 globes tels que le nôtre, qui auraient circulé comme lui, à la même distance du soleil, et dans un plan incliné d'environ 7° au plan de notre écliptique. Cette omission altère donc d'une manière très-sensible la position du plan invariable : car il est aisé de voir qu'elle change de plusieurs minutes son inclinaison à l'écliptique, et de plusieurs degrés, la longitude de son nœud ascendant. Ainsi, il paraît aussi nécessaire pour l'application que pour la théorie, d'avoir au moins égard, dans le système du monde, à cette partie des aires qui vient de la rotation connue du soleil.

« Il peut paraître surprenant que Laplace, qui le premier a eu l'idée de chercher, dans le système du monde, la position d'un plan invariable déterminé par la condition que la somme des aires projetées y soit un *maximum*, n'ait considéré dans son analyse que les aires décrites par les planètes en vertu de leurs mouvemens de révolution autour du soleil, et qu'il ait oublié, non-seulement les aires dues aux révolutions particulières des satellites, mais encore celles qui naissent de la rotation de ces planètes et du soleil lui-même sur leurs propres axes. Et, si l'on est surpris que cette omission singulière ait pu avoir lieu, on ne l'est pas moins qu'elle ait échappé jusqu'ici à ceux qui ont pu étudier ce point important de la Mécanique céleste. Par le peu qu'on a dit, on voit bien ce qui doit manquer aux formules de Laplace ; le défaut est sensible ; mais ce qu'on cherche ici est la cause naturelle qui y a fait tomber.

« Or, avec un peu de réflexion, il n'est pas difficile de remonter à la source de cette erreur, et de la trouver dans cette théorie même qu'on avait autrefois des aires ou des momens : théorie imparfaite où l'on ne savait pas d'une manière précise ce que ces quantités représentent, je ne dis pas dans le calcul, mais dans la science des forces considérée en elle-même. Et en effet, pour Laplace, comme pour les anciens auteurs, les momens ou les aires ne sont que de simples quantités numériques ou géométriques, de pures expressions d'analyse, qui se présentent dans les équations de l'equilibre ou du mouvement

Digitized by Google

des systèmes, et auxquelles on aurait simplement donné un nom pour abréger le discours. Sous ce point de vue géométrique, le plan invariable que l'auteur considère n'est donc qu'un certain plan choisi entre les autres par la condition que la projection des aires y soit la plus grande; ou plutôt, c'est l'un des trois plans coordonnés, choisi de manière que la projetion des aires soit nulle sur les deux autres; ce qui est une pure transformation de coordonnées, qui paraît propre à simplifier le calcul, en faisant disparaître, comme on l'a dit, deux constantes arbitraires. Or, on ne voit là que des quantités abstraites, de simples formules d'analyse, sans aucune idée de la science de l'équilibre ou du mouvement des systèmes. Et, comme l'idée de considérer les aires dans le système du monde vient de cette fameuse loi de Kepler, qui n'est relative qu'aux secteurs décrits par les rayons vecteurs des planètes dans leur mouvement elliptique autour du soleil, il est assez naturel que Laplace ne songe qu'à ces mêmes aires dues aux révolutions des planètes, et que, dans la théorie de son plan invariable, il oublie toutes les autres. Il semble d'ailleurs que ces autres aires, produites par les mouvemens particuliers des satellittes, et par la rotation des planètes sur elles-mêmes, n'étant point tracées comme les premières, autour d'un même centre, mais se décrivant à part autour de divers centres particuliers, elles sont en quelque sorte des aires indépendantes, et qu'elles ne doivent point entrer dans la combinaison dont il s'agit. Ainsi, en supposant même que la considération de ces quantites se fût présentée un moment à l'esprit, on voit qu'elle aurait pu être aussitôt écartée comme une idée étrangère, et sans qu'on en fît aucune mention. C'est ce qui explique naturellement l'omission ou l'erreur dont je parle et qui a pu si facilement échapper dans l'ancienne théorie. Mais dans nos principes, cette omission est impossible; car, pour nous, les aires ne sont point des surfaces qu'on projette sur tel ou tel plan, mais de véritables forces de rotation ou des *couples* qui s'exercent dans le système : et il ne s'agit pas ici de simplifier un calcul, ou de chercher un plan sur lequel la projection des aires soit un *maximum*, mais bien de composer entre eux ces couples qui agissent, et de déterminer la grandeur et la position du couple unique qui en résulte; couple remarquable, dont on démontre que le plan et

la grandeur se conservent les mêmes dans tout le cours du mouvement, malgré les changemens qui arrivent aux grandeurs et aux inclinaisons mutuelles des différens couples qui le composent. Par cette notion dynamique des aires, il suffit donc de jeter les yeux sur le système du monde pour voir que l'aire *maximum*, ou pour mieux dire, que l'aire *résultante* doit être composée, non-seulement de celles qui viennent du mouvement des planètes dans leurs orbites, mais encore de celles qui naissent des mouvemens particuliers des satellites et de la rotation de ces corps sur leurs propres axes : car, bien que ces aires soient décrites autour de différens centres, comme elles ne sont qu'une expression géométrique des couples qui les produisent, il est évident qu'elles doivent être toutes rapportées à un seul et même foyer, et se composer ensemble comme si leurs plans y étaient tous transportés parallèlement à eux-mêmes.

« Ainsi, la composition des couples, qui a étendu et simplifié toute la doctrine des aires, aura encore servi à nous faire découvrir une erreur qui pouvait rester long-temps cachée dans une application de la Mécanique à l'un des plus grands objets du système du monde. Cet exemple nous fait sentir toute l'importance qu'on doit attacher aux notions primitives et aux vrais principes des choses; car le calcul n'est qu'un instrument, qui ne produit rien par lui-même, et qui ne rend en quelque sorte que les idées qu'on lui confie. Si nous n'avons que des notions imparfaites, ou si l'esprit ne regarde la question que d'un point de vue borné, ni l'analyse ni le calcul ne lui apporteront plus de lumière, et ne donneront à nos résultats plus de justesse ou plus d'étendue : au contraire, on peut dire que cet art de réaliser en quelque sorte par le calcul de fausses ou de vagues conceptions, n'est propre qu'à rendre l'erreur plus durable en lui donnant, pour ainsi dire, une sorte de consistance. »

M. Poinsot passe ensuite au calcul de l'erreur commise en supposant les planètes et le soleil réduits à de simples points massifs. Il fait observer de plus qu'on avait encore oublié les aires dues aux révolutions des satellites autour de leurs planètes respectives, sans compter celles qui proviennent de la rotation de ces satellites sur eux-mêmes.

« Ainsi, continue M. Poinsot, les formules employées par Laplace ne peuvent (même en faisant abstraction des satel-

Digitized by Google

lites) exprimer exactement les aires décrites que dans le cas où les corps $m$, $m'$, $m''$, etc., seraient dépourvus de toute rotation sur eux-mêmes, ou bien encore seraient des points massifs (et dont il faudrait même supposer que la rotation n'est pas infinie); car il n'y a que l'une ou l'autre de ces hypothèses qui puisse faire disparaître les termes qu'il a oubliés dans son analyse. Ces formules ne donnent donc point, et ne donneront jamais les valeurs des aires décrites dans le système des corps célestes; car tous ces corps sont de dimension finie, et ils tournent actuellement sur leurs axes : et quand bien même il arriverait, par quelque cause que ce fût, que chacun d'eux se condensât, et se réduisît en quelque sorte à son centre de gravité, les aires actuelles dues à leurs mouvemens de rotation ne s'évanouiraient point. Par le principe même des aires, à mesure que chaque corps se condenserait, serait, pour ainsi, forcé de tourner plus vite, et de manière que l'aire due à sa rotation fût toujours conservée : d'où l'on voit que les expressions qui forment les premiers membres des équations de Laplace n'en seraient pas moins incomplètes qu'auparavant, et qu'ainsi ces équations ne peuvent jamais donner le plan du *maximum* des aires, le seul qui soit rigoureusement invariable.

« A la vérité, si chaque corps était infiniment petit, et que par conséquent les distances de ses différentes molécules à un centre extérieur d'attraction pussent être regardées comme égales entre elles, on pourrait dire que la rotation de ce corps sur lui-même ne serait point altérée par l'attraction des autres. Et il en serait de même, si chaque corps, au lieu d'être un point massif, était un globe parfait de dimension finie, formé de couches concentriques dont chacune serait d'une densité uniforme dans toute son étendue; car, pour chacun de ces globes, les attractions des autres se réduisant toujours à une force simple qui passerait par le centre de ce globe, il est évident que son mouvement de rotation n'en serait pas plus troublé que dans le cas précédent. Dans l'une ou l'autre de ces deux suppositions, on pourrait donc dire que la projection des aires dues aux rotations des corps serait à part une quantité constante sur chacun des plans coordonnés, que par conséquent les projections des aires dues aux seuls mouvemens de révolution seraient aussi à part des quantités constantes sur les mêmes

Digitized by Google

plans, et qu'ainsi le plan déterminé par les équations de M. Laplace, s'il n'est plus, comme je l'ai fait voir, le plan du *maximum* des aires, est du moins un certain plan qui demeure invariable de position, malgré l'action mutuelle des différens corps du système.

« Quoique les deux hypothèses précédentes n'aient point lieu dans la nature, et qu'on puisse se dispenser de les examiner, il n'est peut-être pas inutile de montrer ici tout ce qu'elles ont de faux en elles-mêmes et de contraire à la question de philosophie naturelle dont il s'agit.

« Et d'abord on pourrait remarquer que si chacun des corps célestes était un globe parfait, tel que je viens de le dire, il serait fort inutile de faire un long calcul (et dépendant même de données assez mal connues), pour trouver un plan qui fût invariable dans le système du monde : car il suffirait de prendre comme tel le plan de l'équateur de l'un des globes, et, par exemple, celui du soleil, ou, ce qui serait encore plus simple et plus facile, celui de la terre que nous habitons. Il est clair que cet équateur resterait toujours parallèle à lui-même dans l'espace, et qu'on y pourrait rapporter avec précision les plans des différentes orbites des corps célestes. Cette supposition, comme on voit, ne convient guère à notre système, puisque le seul aplatissement très-petit de notre globe vers ses deux pôles suffit déjà pour déranger à chaque instant notre équateur, comme on le reconnaît dans le ciel par le phénomène sensible de la précession des équinoxes.

« Mais, pour en venir à cette hypothèse imaginaire où les planètes seraient des globes parfaits, je dis que, même dans ce cas, il ne serait pas permis de proposer, comme un plan qui doit rester invariable dans toute la suite des siècles, ni l'un des équateurs de ces globes, ni le plan déterminé par les formules de Laplace, où l'on ne tient pas compte des aires dues aux rotations des corps du système. Et en effet, pour affirmer qu'un tel plan demeurera invariable, il faudrait être assuré que la figure des corps ne sera point changée, soit par quelque rencontre ou choc mutuel qui pourrait survenir entre eux, soit par quelque force intérieure qui viendrait à s'y développer, ou même par quelque explosion subite qui ferait éclater le corps en plusieurs fragmens, comme M. Olbers, et après lui quelques

Digitized by Google

géomètres, conjecturent que cela est déjà arrivé à l'une des anciennes planètes de notre système, laquelle, en se brisant, aurait produit les quatre planètes nouvelles qu'on a nommées *Pallas*, *Cérès*, *Junon* et *Vesta*. Or, la figure du corps étant changée, soit par une de ces causes, soit par toute autre qui nous est inconnue, l'aire due à la rotation de ce corps sur lui-même commencerait d'être altérée par l'action des autres, et cesserait d'être à part une quantité constante. Les aires dues aux mouvemens de révolution cesseraient donc aussi d'être constantes, et ni l'équateur du corps ni le plan dont j'ai parlé ne seraient plus invariables de position dans l'espace. Ainsi, l'on voit que tous ces plans viendraient à changer, tandis que le notre resterait le même, et que la grandeur de l'aire qui y tombe n'aurait pu éprouver la moindre altération, par aucune de ces causes qui auraient troublé toutes les aires individuelles qui la composent.

« Tel est donc, pour un système libre de toute action étrangère, le plan unique dont l'invariabilité puisse être assurée dans toute la suite des siècles. Ce grand équateur seul, et l'aire qui s'y projette, ne dépendent ni de la liaison mutuelle des corps ni de loi de leur attraction, qui pourraient même changer arbitrairement, soit par degrés insensibles, soit d'une manière brusque, comme on voudra le supposer. Ainsi, dans notre système planétaire, on pourrait imaginer que la loi d'attraction devînt tout autre, ou que la gravité même vînt à cesser; ou que la figure des corps fût altérée par des forces quelconques, ou même par les mouvemens volontaires des êtres animés qui les habitent; on pourrait supposer que les planètes, qui aujourd'hui nagent librement dans l'espace, vinssent tout-à-coup à se lier ensemble d'une manière quelconque, et, par exemple, de manière à former un système entièrement solide, etc; malgré tous ces changemens, le plan invariable des aires se retrouverait exactement dans la même position qu'il occupe aujourd'hui, et qu'il a toujours occupée. Propriété remarquable qui caractérise ce plan, et qui n'appartient à nul autre déterminé sans tenir compte de toutes les aires actuellement décrites dans le système.

Quant à la détermination effective de ce plan, elle offre de grandes difficultés, si l'on veut une approximation directe et

sûre, exempte d'incertitude et de tâtonnement; car, ne connaissant autour de nous rien de fixe dans l'espace, et ne pouvant ainsi nous assurer des mouvemens réels des corps, il ne nous reste qu'à essayer de les démêler dans les apparences afin de rectifier successivement nos premières suppositions.

« En y réfléchissant davantage, dit M. Poinsot, j'ai trouvé que la théorie même nous offrait une voie directe pour aller au but; et voici une conséquence nouvelle qui prouve qu'avec des observations très-précises, on peut parvenir un jour à la connaissance des masses et des momens d'inertie des corps célestes, et par conséquent à la détermination du plan invariable, sans rien emprunter d'ailleurs, je veux dire, sans supposer aucune théorie ni aucune notion préalable des valeurs approchées de ces élémens qui nous sont inconnus.

« Imaginez, en effet, que l'on forme, à une époque quelconque, l'expression analytique de la grandeur de l'aire résultante, en y mettant les valeurs des lignes, des angles et des vitesses que peut donner l'observation à cette époque, et en y laissant, comme autant d'indéterminées ou d'inconnues, les masses et les momens d'inertie des différens corps du système. Si vous supposez qu'on répète cette opération à autant d'époques différentes qu'il y a d'inconnues à découvrir, vous aurez autant d'expressions différentes de cette aire, qui se compose de toutes les aires décrites dans le système; et comme cette résultante est toujours la même, vous pourrez égaler vos expressions deux à deux, et former ainsi autant d'équations qu'il y a d'inconnues dans la question que l'on considère. Vous pourrez donc alors déterminer ces inconnues, et de là conclure la position du plan invariable, non-seulement à cette époque, mais encore à toutes les époques antérieures où les observations auront été faites. Ainsi la théorie se suffit, pour ainsi dire, à elle-même, et elle n'a besoin, pour être appliquée, que des données immédiates de l'observation. On peut donc, par les seuls mouvemens des corps célestes, observés à différentes époques éloignées, s'élever à la connaissance de leurs masses et de leurs momens d'inertie, et cela indépendamment de toute notion sur ces valeurs approchées, sur la nature des orbites que les corps décrivent, et même sur la loi d'attraction qui existe entre eux.

Digitized by Google

« Voilà sans doute un des résultats les plus remarquables des principes généraux de la Mécanique. De ce lieu de l'espace où nous sommes placés, nous ne pouvons mesurer que des lignes et des angles, et compter le temps qui s'écoule; mais il paraît comme impossible de mesurer les masses et les momens d'inertie de différens corps dont nous ne pouvons approcher, parce que ces quantités ne dépendent pas des seules dimensions visibles de la figure, mais de la matière dont les corps sont formés, ou de la loi de leur densité, qui nous est entièrement inconnue. Cependant s'il arrive que ces corps s'attirent suivant une loi quelconque, connue ou inconnue, qui soit constante ou même variable avec le temps, nous voyons ici qu'il suffira d'observer les distances et les mouvemens de ces corps pour découvrir la proportion qui règne entre leurs masses, et même entre les momens d'inertie; car les observations étant faites à autant d'époques différentes qu'il y a d'inconnues, fourniront toutes les équations nécessaires pour les déterminer.

« Dans le système du monde, en regardant une planète comme très-petite par rapport au soleil, et un satellite comme très-petit par rapport à sa planète, et supposant d'ailleurs que chaque corps n'obéisse qu'à la force principale qui l'attire, on a reconnu de bonne heure, par les vitesses des corps comparées à leurs distances au centre de leurs révolutions, que l'attraction est en raison inverse du carré de la distance; et de là on a tiré la proportion des masses du soleil et des planètes principales qui ont des satellites. Mais cette détermination, quelque ingénieuse et admirable qu'elle nous paraisse, et qu'elle le soit en effet, ne me semble pas tirée des vrais principes, je veux dire ici, des seuls principes généraux qui pourraient également la donner dans toute autre loi d'attraction. Elle est fondée sur la supposition que la masse de chaque corps peut être négligée par rapport à celle du corps principal qui l'attire, et sur la connaissance d'une loi suivant laquelle l'attraction de ce corps s'exerce à différentes distances. Or, je trouve ici que la proportion des masses peut se déterminer par la seule observation des distances et des vitesses des corps, sans aucune idée de leurs grandeurs approchées, ni de la loi suivant laquelle ils s'attirent. Il suffit qu'ils s'attirent, et que, par cette action égale et contraire, ils troublent mutuellement les aires qu'ils décri-



Digitized by Google

vent autour de leur commun centre de gravité. Par cette perturbation même, les aires individuelles et les plans de ces aires sont changés avec le temps ; et comme il y a une quantité qui ne change point, quand bien même la liaison et l'attraction des corps varieraient d'une manière quelconque, il s'ensuit qu'on peut former avec le temps assez d'équations pour déterminer les masses respectives de tous ces corps, sans rien emprunter à la théorie de la gravitation universelle.

« Ce n'est pas qu'on ne doive à Kepler et Newton la même admiration et la même reconnaissance pour la découverte d'un rapport ou d'une loi qui nous apprend dès aujourd'hui la proportion de certaines quantités que le seul principe général des aires n'aurait pu nous donner que dans un avenir très-éloigné. Mais je ne m'occupe ici que de la science considérée en elle-même, dans ce qu'elle a de plus général et de plus parfait. Et d'ailleurs, ces principes généraux nous seraient toujours nécessaires : car, pour les valeurs des momens d'inertie des corps célestes, il me semble que la loi connue de l'attraction ne peut rien nous apprendre, et je ne vois pas qu'on les puisse découvrir autrement que par ces principes et des observations très-exactes faites à de très-longs intervalles. Ces quantités, et la position précise de l'équateur de notre système ne peuvent donc être déterminées de bien long-temps. Que si pourtant on voulait se borner à la considération du soleil, dont la rotation influe beaucoup plus que celle des autres planètes sur la grandeur de l'aire résultante, il faudrait un temps moins considérable : car il suffirait de former les expressions de cette aire à deux époques différentes, et de les égaler, ce qui pourrait donner le moment d'inertie de ce grand corps par rapport à son axe de rotation, en supposant toutefois des observations aussi précises et aussi répétées que l'exige une recherche aussi délicate.

« Mais pour achever le développement de cette grande théorie, imaginons qu'avec le temps, la grandeur et le plan de l'aire résultante aient été déterminés dans notre système planétaire, et voyons ce qu'au-delà de cet avenir les observations et le calcul pourraient encore nous apprendre. Il est évident que si l'on continuait de former des équations semblables aux précédentes, pour de nouvelles époques ultérieures, ces équations devraient

s'accorder à donner la même valeur pour la grandeur de l'aire résultante. Si cet accord a lieu, on conclura qu'on a le véritable équateur du système solaire, au moyen duquel on reconnaîtra les changemens réels survenus dans la position mutuelle des orbites des corps célestes. Mais si les équations viennent à présenter des valeurs différentes, il faudra conclure qu'il y a dans le système quelque action étrangère qui vient, ou des comètes, ou des étoiles, ou de quelque corps invisible et ignoré dont on n'a pas tenu compte, et qu'ainsi le couple qu'on a calculé n'est pas le couple résultant de tous ceux qui animent l'ensemble des corps que l'on considère.

« Ainsi la théorie et l'observation continueront d'ajouter à nos connaissances. On verra si cette action des corps étrangers, sur le système des planetes et du soleil, peut être ou non regardée comme insensible; si le grand équateur de ce système demeure toujours parallèle à lui-même dans l'espace, ou bien si cet équateur change aussi à la longue, comme celui de notre globe; et si ses nœuds, par un mouvement bien plus insensible encore, rétrogradent de même sur le grand orbe que le soleil peut décrire autour de quelque centre éloigné. C'est probablement ce qui arrive; car il serait hors de toute vraisemblance que les étoiles n'eussent aucune action sur le soleil et les planètes qui l'accompagnent; et de cette action inégale sur les différens points du système, doit résulter un couple infiniment petit qui altère insensiblement la position du couple actuel qui anime ce système.

## PHYSIQUE.

180. HANDBUCH DER NATURLEHRE. — Manuel de physique; par Guil. MUNCK. 1re et 2e parties, Heildelberg, 1829; Winter.

Un grand nombre d'ouvrages sur la physique ont paru en Allemagne depuis un certain nombre d'années. L'ouvrage de M. Munck est fort estimé par son exactitude et la manière dont les faits y sont exposés : il doit avoir deux volumes dont le 1er seulement nous est parvenu.

Digitized by Google

Dans une préface M. M. trace un historique de la physique, et ajoute en même temps une bibliographie de cette science.

Il donne d'abord des notions générales sur la matière, consacre ensuite un chapitre étendu au mouvement, et s'occupe successivement de la statique et de la mécanique des corps solides, de l'hydrostatique et de l'hydraulique. Le chapitre suivant est destiné à l'aérométrie et se trouve divisé en deux sections. L'auteur traite de l'aérostatique et de la pneumatique, dans chacun de ces articles fort étendus. M. M. comprend tous les notions nécessaires pour l'intelligence du sujet dont il s'occupe et donne toutes les formules qui s'y rapportent. La description des instrumens est accompagnée d'un grand nombre de planches. A l'article de la densité, l'auteur donne une comparaison des poids les plus employés dans divers pays et dont la variété est si incommode dans l'usage et si peu satisfaisante pour les sciences surtout.

L'aérostatique forme le sujet du chapitre suivant, qui est divisé en trois paragraphes : production, propagation, mesure des sons. Cet article, l'un des moins étendus de l'ouvrage, renferme c eendant beaucoup de données importantes. M. M. étudie ensuite l'attraction et la capillarité, et, dans un supplément, il s'occupe de l'eudiométrie, etc.

Le 1^er^ chapitre de la 2^e^ partie traite de la chaleur. L'auteur y étudie en même temps les instrumens propres à la mesurer, et ses propriétés tant à l'état de calorique rayonnant que de calorique de combinaison. Le 2^e^ chapitre est consacré à l'histoire de la lumière et divisé en plusieurs paragraphes : l'optique, la catoptrique, la dioptrique, la dispersion des couleurs, la diffraction et la réflexion, la réfraction, la polarisation de la lumière, les couleurs accidentelles, la théorie des phénomènes optiques, l'application aux instrumens d'optique. Un appendice renferme un exposé des rapports entre la lumière et la chaleur.

Dans le chapitre suivant, l'auteur s'occupe de l'électricité et du galvanisme, dont il trace avec étendue les rapports et les propriétés, en décrivant les principaux appareils au moyen desquels on développe ou réunit ce fluide.

Enfin, cette partie de l'ouvrage est terminée par un article sur le magnétisme, divisé en quatre paragraphes : magnétisme

Digitized by Google

de l'aimant naturel et de l'acier, magnétisme terrestre, magnétisme par influence du magnétisme et de l'électricité.

Chez les Allemands la littérature de la science est beaucoup plus répandue que parmi nous, on en peut trouver la preuve dans presque tous leurs ouvrages. Celui de M. M. en peut donner une idée, et, sous ce rapport, mérite d'être consulté par les personnes qui veulent connaître ce qui a été publié sur divers sujets.

181. Die ersten Elemente der gesammten Naturlehre, etc —Premiers élémens de la physique; par Guil. Muncke, etc. Heidelberg, 1829; Winter.

Ce précis qu'a publié M. Muncke est destiné aux divers gymnases; il renferme dans un petit volume toutes les notions nécessaires pour avoir une idée de la physique; très-utile pour ceux auxquels il est destiné, on peut le regarder comme un abrégé très-élémentaire de l'ouvrage que nous annonçons dans le n° précédent, et il nous semble alors inutile de nous étendre davantage à ce sujet.

182. Lehrbuch des Galvanismus und Electrochemie. — Manuel de Galvanisme et de Chimie; par Gust. Theod. Fechner. In-8°. Leipzig, 1829; Voss.

M. Fechner, auquel l'Allemagne doit une bonne traduction de la chimie de M. Thénard, à laquelle il a joint des notes qui, en complétant la Chimie organique, en font presque un ouvrage nouveau, a donné aussi une traduction de la physique de M. Biot : la partie que nous avons sous les yeux renferme le galvanisme et l'électro-chimie; c'est le texte original auquel M. Fechner a ajouté tout ce que la science a produit de nouveau depuis sa publication.

Si la physique a fait de grands pas depuis un certain nombre d'années, l'électro-chimie, qui est une science toute nouvelle, présente déjà une masse importante de faits, et ses applications peuvent faire prévoir des pas très-importans pour la science.

L'ouvrage de M. Biot est trop connu pour qu'il soit nécessaire d'en rien dire ici, et nous ne pouvons qu'engager tous ceux auxquels la langue allemande est familière, à étudier la traduction de M. Fechner, qui se trouve parfaitement au courant de tout ce qui a été publié à l'époque où elle a paru.

Digitized by Google

Il ne paraît guère d'ouvrage important qui ne soit traduit en Allemagne. C'est une chose qu'il serait d'autant plus à désirer de voir se faire chez nous, où la connaissance des langues est beaucoup moins répandue qu'en Allemagne, que souvent nous ignorons même l'existence d'excellens ouvrages écrits en langue du Nord surtout, et qui seraient très-utiles s'ils étaient mis à à la portée de tous les lecteurs. Nous ne citerons que deux exemples : l'excellent rapport que publie chaque année M. Berzélius sur les sciences est traduit immédiatement en Allemagne, où tous ceux qui s'occupent de chimie peuvent consulter cet important abrégé des travaux qui ont été faits dans l'année : le petit nombre de nos chimistes qui connaissent la langue allemande peuvent seuls profiter au contraire de la traduction de M. Wohler, dont il serait si fort à désirer qu'on nous mît à même de faire usage. Autre exemple : la littérature des sciences en Allemagne est beaucoup plus connue que parmi nous, et l'on a eu souvent occasion de reprocher à nos savans de n'être pas bien informés de ce qui avait été fait dans d'autres pays. M. Gmelin a publié depuis assez long-temps un ouvrage très-utile dont le titre même est à peine connu en France, et qu'il serait bien à souhaiter que quelqu'un s'occupât de traduire. Malheureusement, chez nous, les spéculations de librairie s'accommodent souvent peu avec les publications de ce genre, et le nombre des lecteurs d'un livre de science est assez borné pour que ce ne soit pas une brillante affaire que l'impression d'une traduction un peu volumineuse; mais la science y gagnerait certainement beaucoup, et nous ne manquerons pas une occasion de rappeler ce vœu. G. de C.

183. Mémoire sur l'Hygromètre; par M. Macedoine Melloni. (*Annal. de Chim. et de Phys.*; janv. 1830, pag. 39.)

L'auteur se propose d'examiner la question importante de la quantité d'eau en vapeur transparente *dissoute* dans un volume donné d'air. Les travaux de MM. Dalton et Gay-Lussac permettraient de résoudre la question si l'on pouvait mesurer exactement le degré d'humidité *ou de saturation de l'espace*. En effet, si on s'est assuré par un moyen quelconque que l'espace ne contient que le 1/3 de la vapeur qui peut y exister à la température actuelle, par exemple, de 25° C, il suffirait de

Digitized by Google

calculer le poids d'un litre d'air à 25°, et sous la pression de $0^{m}023$ qui est la pression de la vapeur à cette température : les $\frac{10}{16}$ de ce poids donneraient la quantité d'eau réduite en vapeur dans un espace de $0^{m},1$ cube. Si la saturation était complète, le 1/3 indiquerait la quantité de vapeur pour cette circonstance, et cette valeur multipliée par le volume de l'air atmosphérique en litres donnerait le résultat cherché.

La difficulté consiste donc à déterminer le point de saturation de l'espace. Les hygromètres proposés ou employés manquent de *comparabilité*. Les travaux de M. Gay-Lussac sur la densité des vapeurs provenant les dissolutions salines, ont fourni des résultats importans d'après lesquels M. Biot à calculé une table pour tous les points de l'échelle hygrométrique. Mais les résultats du calcul ne sont pas toujours en rapport avec l'expérience, et l'on trouve entre eux des écarts qui vont quelquefois à 2° 5 de l'hygromètre, et qui ne peuvent disparaître que par la répétition très-multipliée des observations. M. Gay-Lussac n'avait fait que 9 observations, à la température de 10°; et si les degrés de l'hygromètre et l'humidité répandue dans l'espace, changent avec la chaleur, comme tout porte à le croire, la table hygrométrique ne peut servir que pour une seule température; si on pouvait obtenir de nouveaux rapports entre les degrés d'humidité et ceux de l'hygromètre par un autre procédé que celui de M. Gay-Lussac, on obtiendrait une confirmation importante : c'est ce que M. M. a fait avec l'appareil suivant.

Si on imagine deux baromètres plongés dans la même cuvette et très-profondément, l'un, de la grosseur ordinaire, l'autre, formé d'un grand et long tube garni supérieurement d'un robinet de fer; qu'un hygromètre soit renfermé dans une boîte de cristal garnie d'un verre et d'une monture pour s'adapter au robinet du tube; que l'on vide la boîte d'air et qu'après l'avoir adapté au robinet on ouvre la communication, la hauteur du mercure ne variera pas, mais, en introduisant de l'eau sous le grand tube jusqu'à ce que l'espace vide soit saturé d'humidité, la colonne liquide s'abaissera de toute la tension de la vapeur pour la température où l'on opère, par exemple, 20 millièmes pour une tension de 20 mm. En soulevant tout l'appareil, la chambre barométrique augmentera, et quand il y aura 10 mm,

de différence, l'espace occupé par les vapeurs sera double et ne contiendra que la moitié de la vapeur qu'il contenait à l'état de saturation : à 5 mm. l'espace sera 4 fois plus grand, et la quantité de vapeur 4 fois plus petite, et l'aiguille de l'hygromètre indiquera les rapports entre les degrés d'humidité.

Ces résultats s'appliqueront à l'humidité de l'atmosphère, car l'air et les gaz ne font que diminuer la rapidité de la transformation d'un liquide en vapeur.

Ce procédé très-simple présentait des difficultés; la capacité de la boîte devait être très-petite pour ne pas être obligé de donner au tube une grosseur disproportionnée, et l'on ne peut cependant changer sans inconvéniens les dimensions de l'hygromètre; si le cheveu est très-court, les variations sont presque insensibles; et si la poulie a un très petit rayon, la partie du cheveu qui embrasse la circonférence perd de sa flexibilité et peut imprimer une fausse direction à l'aiguille. M. M. a donc conservé un cheveu de 10 pouces pour pouvoir lire les 1/4 ou 1/5 de degrés, et un rayon de deux lignes à la poulie; mais il a supprimé le cadre, le crochet et la double pince.

Par rapport à la bonté de l'instrument, M. M. a construit trois hygromètres avec tous les soins indiqués par Saussure, ils ont marché parfaitement d'accord avec l'hygromètre modifié.

Le grand baromètre fut formé de deux tubes de diamètres différens; l'un, de 22 lignes de diamètre et 25 pouces de long, est attaché par une garniture au robinet en fer; l'autre, de la dimension ordinaire des tubes de baromètre, est fixé au premier par un anneau de fer : tout l'appareil est attaché après une forte colonne en bois, et par le moyen d'une roue dentée et d'une règle aussi à dents, on fait mouvoir dans la verticale le système des tubes. La cuvette est en fer et a 3 pouces de hauteur, et porte à sa partie inférieure un tuyau de même métal fixé solidement sur la grande base de l'appareil.

Le baromètre est rempli au moyen d'un tube recourbé portant un entonnoir à une extrémité et effilé par l'autre : quelque soin que l'on prenne, il reste quelques poils ou autres corps microscopiques qui retiennent des bulles d'air, qui deviennent sensibles quand le niveau du mercure s'abaisse. Pour retirer cet air, M. M. amène le tube à son plus grand abaissement, l'extrémité du gros tube plongeant dans le mercure de la cuvette; l'air est condensé et a une force élastique de 1 à 2

Digitized by Google

pouces. En adaptant au robinet un grand récipient dans lequel il fait le vide, le robinet étant ouvert, le mercure monte jusqu'au-dessus, et en relevant l'appareil il s'y trouve un vide supérieur à celui du baromètre.

Cependant la hauteur du mercure était toujours un peu moindre que celle du baromètre ordinaire, ce qui tient à un peu d'humidité, que l'on enlève en faisant le vide dans le tube supérieur, le laissant pendant quelques heures et faisant communiquer avec le récipient vide et contenant du chlorure de calcium. — En répétant deux ou trois fois l'expérience on obtient une dessiccation parfaite.

Pour introduire la quantité d'eau justement nécessaire pour saturer l'espace et non un excès qui s'évaporerait en augmentant le vide au-dessous de la boîte, on fait passer dans celle-ci 5 ou 6 gouttes d'eau que l'on pose sur la division de l'hygromètre pour les rendre sensibles; on fait communiquer avec la machine pneumatique et l'on fait le vide; on recommence à plusieurs reprises et l'on finit par ne plus avoir que de la vapeur, en plaçant entre le récipient et la machine pneumatique un corps avide d'humidité.

Pour ôter l'air qui se trouve dans la vis, on y verse un peu de mercure, et pour enlever celui du tube de communication, M. M. a percé dans l'axe de la vis une grande ouverture dans laquelle il a mastiqué un tube capillaire qui sert de communication.

Les expériences durent environ 5 à 6 minutes, excepté celles qui sont faites à de grands degrés de sécheresse, qui en exigent 10 à 12.

En faisant parcourir à l'appareil mobile toute la hauteur de la colonne, l'hygromètre descend environ de 100° à 54. Pour descendre au-dessous, on retire la vapeur par le chlorure de calcium M. M. est descendu ainsi jusqu'à 9° et ne s'est pas occupé d'aller plus loin.

En mesurant la tension correspondante à un degré d'humidité et produisant l'effet contraire, on obtient la même indication à 1/10 à 2/10 de millimètres.

Comme les meilleurs hygromètres diffèrent souvent de 1 à 2°, M. M. a fait des observations avec 3 cheveux et a obtenu des indications qui ne diffèrent pas de plus de 0, 025. La moyenne des trois séries donne :

Digitized by Google

| Degrés de l'hygromètre. | Tensions centésimales de la vapeur. | Degrés de l'hygromètre. | Tensions centésimales de la vapeur. | Degrés de l'hygromètre. | Tensions centésimale de la vapeur. |
|---|---|---|---|---|---|
| 100....... | 100,00 | 65 ... | 49,63 | 30....... | 18,97 |
| 95....... | 90.76 | 60. .. | 44,00 | 25....... | 16,37 |
| 90.-..... | 83,11 | 55.... | 39,10 | 20....... | 11,74 |
| 85....... | 76,50 | 50.... | 34,62 | 15....... | 8,33 |
| 80....... | 68,86 | 45.... | 29,84 | 10.. ... | 5,02 |
| 75....... | 62 00 | 40.... | 25,99 | 5....... | 2,56 (1) |
| 70....... | 55,58 | 35.... | 23,76 | 0... ... | 0,00 |

(1) Celte observation a été déduite de celles faites à 9 et 10°.

La construction graphique de ces résultats donne une hyperbole moins courbe que celle qu'a obtenue M. Gay Lussac, d'où il semblerait que les degrés de l'hygromètre à cheveu sont d'autant plus proportionnels aux degrés d'humidité, que la température est plus élévée; mais pour connaître les variation que le changement de température introduit dans les élémens de l'hyperbole, il faut calculer les constantes qui entrent dans l'équation de la courbe, deux températures très différentes, et en déduire les valeurs particulières des tensions pour chaque degré de l'échelle hygromètrique; c'est ce que M. Melloni fera dans un autre mémoire.

184. Sur le véritable inventeur du thermo-baromètre. (*Mémoir. de l'Académie de Dijon*, 1829, p. 205.)

Le thermo-baromètre de Bellani est la copie exacte de celui que le sieur Goubert à présenté à l'Académie des sciences de Dijon, en 1819. — En 1823, le Ministre de l'intérieur a accordé au sieur Goubert, sur le rapport du comité-consultatif, un encouragement de 300 fr. A leur passage à Dijon en 1820, MM. Herschell et Babbage ont vu l'instrument de M. Goubert et l'ont dessiné; il est donc antérieur de 8 ans au moins, à celui de M. Bellani.

## MÉTÉOROLOGIE.

185. Tables météorologiques.

La Société de médecine et des sciences naturelles de Dresde

Digitized by Google

a fait distribuer à ses membres des tables météorologiques, dressées par M. Lohrmann, d'après des observations exactes faites sur divers points du royaume de Saxe. Ces tables ne se trouvent pas dans le commerce de la librairie. Un travail semblable a été entrepris à Prague, par le professeur Hallaschka, et ne paraîtra pas non plus dans la librairie; l'auteur le destine à ses amis. (*Iena. allg. Literatur Zeitung;* nov. 1829, feuille d'annonces, n° 56.)

186. Extrêmes du mercure dans le baromètre a Dijon. (*Mémoir. de l'Acad. des Scienc. de Dijon*, 1829, p. 65.)

Le 21 fevrier 1828, le mercure était à 26 p., 4 l., 25, sans pluie, le ciel seulement couvert : un coup de vent s'est manifesté à 2 h. 1/2 p. m., et s'est répété plusieurs fois; le 23 on a ressenti un tremblement de terre en Belgique et en Lorraine.

Le plus grand abaissement observé a eu lieu le 2 février 1823, à 5 h. du soir, le mercure est tombé à 25 p., 11 l., 3, sans aucun phénomène atmosphérique, le ciel était couvert et la température à + 5. — Le mercure était plus bas de 10 centièmes, que le 25 décembre 1821.

La plus grande élévation observée à Dijon, est de 27 p., 11 l., 20, le 6 février 1821.

De 3060 observations barométriques faites à 8 h. du matin, du 1^er^ juillet 1816 au 31 décembre 1824, on a trouvé la hauteur moyenne du baromètre de 27 p., 2 l., 21, qui diffère au moins de 79 centièmes de la détermination du D^r^ Maret.

La température moyenne, à 8 h. du matin, est de + 8° 5 R. Pendant ces 8 ans 1/2 la plus grande élévation du thermomètre a été + 20°, le 27 juillet et le 8 août 1828, le 8 août 1829 et les 10 et 11 juin 1822. — Le point le plus bas a été — 10 le 11 janvier 1820.

187. Extrait des observations météorologiques faites a l'Ile de l'Homme, de 1826 à 1829 inclusivement; par A. Stewart. (*Edinburgh Journ. of sciences*; avril 1830, p. 249).

Les observations ont été faites avec un thermomètre de Fahrenheit, placé au Nord, à 9 heures du matin et 11 du soir.

| | Moyenne du thermomètre. | | Vents. | | | | Temps. | | | Pluie tombée. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A. M. | P. M. | N. | S. | E. | O. | pluie. | neige. | beau | |
| 1826.... | 53,25 | 49 | 82 | 86 | 87 | 110 | 136 | 12 | 227 | 29 52 |
| 1827.... | 50 | 48 | 105 | 93 | 102 | 65 | 152 | 15 | 198 | 43 41 |
| 1828.... | 51 | 49 | 64 | 113 | 107 | 82 | 147 | 9 | 210 | 35 90 |
| 1829.... | 48 | 46 | 102 | 91 | 110 | 62 | 135 | 13 | 217 | 33 89 |

| | 1826. | | 1827. | | 1828. | | 1829. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A.M. | P.M. | A.M. | P.M. | A.M. | P.M. | A.M. | P.M. |
| Plus grande élévation du thermomètre. | 75 | 70 | 70 | 64 | 67 | 64 | 65 | 62 |
| — abaissement............. | 30 | 24 | 29 | 25 | 33 | 43 | 28 | 27 |

188. Sur le rapport moyen des vents en Europe; par H. W. Dove. (*Annalen der Physik und Chemie*; n° 1, 1829, p. 53.)

Ce mémoire a été écrit au sujet du refus de croyance de M. Schouw de Copenhague, aux lois que M. Dove de Kœnigsberg, l'auteur de ce mémoire, a trouvées sur les vents dans leur passage de l'un à l'autre. M. Schouw ne pense pas que dans la partie occidentale de l'Europe, les vents tournent toujours dans le sens S.-O.-N. et E., lorsqu'ils passent de l'un à l'autre. M. Dove fait remarquer qu'il n'a pas été dit que cela ait toujours lieu, mais que cela est donné par un résultat moyen, et que souvent le vent oscillait entre le S.-O. et le N.-O., rarement entre le N.-O. et le S.-E., et beaucoup plus souvent entre l'E.-N. E. et l'E.-S.-E., qu'entre le S.-E. et le S.-O. Cela vient de ce que dans chaque lieu il n'existe réellement que deux courans principaux qui, dans quelques lieux, donnent des vents de N. E. et de S.-O. dominant sur les autres, et dans d'autres des vents d'E et d'O. dominans.

Après avoir rappelé ces résultats, M. D. confirme les lois qu'il avait trouvées antérieurement entre les relations qui existent entre l'élévation et l'abaissement du baromètre et du thermomètre, la formation des nuages, de la pluie et de la neige, et le passage d'un vent à l'autre. Ces lois sont les suivantes :

1° La précipitation de l'humidité atmosphérique sous for-

Digitized by Google

me de pluie ou de neige, est en général liée avec la direction des vents.

2° Pendant une précipitation d'humidité, le baromètre et le thermomètre changent d'autant plus que le changement de direction des vents est plus grand.

3° La réciproque, quant à la marche du baromètre et du thermomètre, a aussi lieu.

4° En hiver ceci se montre aussi dans la forme de la précipitation; c'est ainsi que la neige se change en pluie, lorsque le baromètre descend et que la pluie devient de la neige lorsque le baromètre monte. De plus, lorsque le baromètre monte, la neige annonce un froid plus rigoureux, et lorsqu'il descend, au contraire, elle fait présumer un adoucissement de température.

5° La formation du *cirrhus* (nuage filandreux) est liée avec l'abaissement du baromètre et l'augmentation de température, et celle du *cumulo-stratus* avec la montée du baromètre et la diminution de température.

6° Les nuages se dissipent par une élévation continue du baromètre, et le *cirrhus* se change en *nimbus* par l'abaissement de ces instrumens.

7° Une précipitation d'humidité du côté des vents occidentaux fait monter le baromètre et baisser la température; mais avec les vents orientaux, c'est le contraire.

M. D. donne ensuite le tableau comparatif de la fréquence des vents dans quarante lieux différens de l'Europe, dans lequel on voit qu'un vent est d'autant plus fréquent, qu'il approche plus de la direction du vent dominant. Il fait remarquer aussi, que dans la partie occidentale de l'Europe, les vents dominans sont S. O. et N. E.; et dans le Nord et l'Est, ils sont plus O. et E. Il fait encore voir que sur les bords de la mer, les maxima et minima de température ont lieu souvent en été par les vents de S. E. et de N. O., et en hiver par les vents de S. O. et de N. E.

Enfin, il termine ces intéressans mémoires en faisant voir qu'il n'y a qu'un seul vent dominant pour Hofmansgave, Lancaster et Göttingue, tandis que les vents qui sont les plus fréquens à Penzance, sont deux vents du Sud.

Digitized by Google

M. D. annonce qu'il publiera prochainement des recherches analogues à celles-ci pour l'Amérique et l'Asie septentrionales, et plus tard pour les régions tropicales. P. E. MORIN.

189. ENCORE QUELQUES MOTS SUR LES BRUMES ET LES PHÉNOMÈNES QUI LES ACCOMPAGNENT; par le D[r] SCHÖN. (*Archiv der ges. Naturlehre*; n° 18, 1829, p. 139.)

M. Schön croit avoir observé que les brumes soit sèches, soit humides, ne se forment que lorsque le temps étant devenu très-chaud pour la saison, l'air s'électrise fortement et se refroidit. Il voudrait en conclure que cet état de l'atmosphère est dû à l'électricité; mais il me semble qu'il faut seulement en déduire que la même cause qui produit les brumes rend l'air très-électrique. P. E. MORIN.

190. MÉTÉOROLOGIE DE LA GUINÉE SUPÉRIEURE. — Côte-d'Or et parties environnantes. (*Ibid.*; p. 137.)

Dans cet article, M. Kastner fait voir, 1° que la température moyenne de la Côte-d'Or est, près de la côte de 28° 33C., et dans l'intérieur de 35°C. à 37° 78C. 2° Que la saison des pluies dure de mai en août. 3° Que le temps de *cinq sous*, qui est le temps le plus malsain de l'année, vient ensuite en août. 4° Que la saison chaude dure de septembre en octobre. 5° Que la petite saison de pluies vient en novembre. 6° Enfin, que le temps appelé *Harmattan*, du nom du vent de N. E., existe de décembre en février. Quoique cette saison ait pris son nom du vent de N. E., ce vent dure au plus huit jours de suite dans cette saison, et seulement trois à quatre fois. P. E. MORIN.

191. COMPARAISON DE LA MOYENNE TEMPÉRATURE DE STUTTGARD AVEC CELLE DE PARIS ET DE VIENNE; par le prof. SCHÜBLER. (*Jahrbuch der Chemie*, n° 1, 1830, pag. 84.)

M. Schübler de Tubingue, comparant dans cette note les températures moyennes mensuelles de Paris, Stuttgard et Vienne, dans l'année 1828, trouve pour ces lieux situés à peu près sous le même parallèle que ceux d'entr'eux situés aux extrémités, par rapport à Stuttgard, agissent d'une manière opposée, quant à leur température moyenne. Ainsi à Paris, pendant les mois d'hiver, la température moyenne est plus haute quecelle

Digitized by Google

de Stuttgard, et pendant les mois d'été, c'est le contraire. A Vienne, les mois d'hiver sont plus froids que ceux de Stuttgard, et les mois d'été plus chauds. M. Schübler avait trouvé le même résultat pour 1827. P. E. MORIN.

## CHIMIE.

192. COMMENTATIO PHYSICA DE LUCIS EFFECTIBUS CHEMICIS IN corpora organica et organis destituta. Auctore Gustavo Succow, in certamine literario civium Academiæ jenensis die VIII sept. 1827, præmio principum munificentia constituto ex ordinis ampl. philosophorum sententia publice ornata. In-4°, xv et 92 p. Iena, 1828.

193. RESULTATE DER BIS IETZT UNTERNOMMENEN PFLANZENANALYSEN.—Résultats des analyses végétales exécutées jusqu'à ce jour, avec une description chimique et physique des bois, charbons, sucs végétaux et autres substances importantes du règne végétal; par Gustave Théod. FECHNER. In-8° de 351 p. Leipzig, 1829; Voss.

194. DICTIONNAIRE DE WEBSTER.

Le D^r Webster publie aux États-Unis, un dictionnaire qui contient une explication des termes employés dans les diverses branches des sciences et des arts.

195. TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DES RÉACTIFS, leurs préparations, leurs emplois spéciaux et leur application à l'analyse; par A. PAYEN et A. CHEVALLIER. 3^e édition, 2 vol. in-8°. Paris, 1830; Ch. Béchet.

Lorsque la 1^re édition de cet ouvrage parut, il y a quelques années, elle donna lieu à des observations critiques qui furent mises à profit par les auteurs, et coopéra sans doute à l'amélioration de leur plan qui était loin d'être rempli. Une 2^e édition, déjà épuisée, a exigé la publication de celle que nous annonçons; comme aucun article sur cet ouvrage n'a encore paru dans le *Bulletin*, nous ferons connaître le plan qu'ont suivi les auteurs et la manière dont ils ont traité leur sujet.



Digitized by Google

La chimie est devenue si utile pour les arts et la médecine, les applications que l'on peut faire des connaissances qu'elle procure sont si multipliées, qu'il est maintenant indispensable d'en connaître au moins les principes, dans presque toutes les positions de la vie.

Si les sciences servent à l'amélioration d'une foule de choses utiles, la mauvaise foi sait aussi les mettre en usage pour altérer et falsifier beaucoup de substances; et, dans la vie privée, comme dans le commerce et l'industrie, ces inconvéniens se sont souvent offerts, et, quoique toutes les personnes qui pourraient en avoir besoin ne soient pas dans le cas d'appliquer les connaissances scientifiques à reconnaître ces altérations, celles qui sont plus particulièrement appellées à la pratique des arts ne peuvent se dispenser de savoir comment reconnaître la nature et la pureté des substances qu'elles emploient. Il n'y a pas de longues années encore, l'apparence, la saveur et quelques autres propriétés physiques servaient seules à distinguer et apprécier la valeur d'un grand nombre de substances, il ne peut en être de même aujourd'hui, et celui qui se bornerait à de semblables moyens d'investigation, serait sûr d'être trompé et s'exposerait quelquefois à de graves inconvéniens.

C'est donc une chose utile que de répandre la connaissance des matières et des moyens que l'on peut mettre en usage pour reconnaître la nature et la pureté des diverses substances que fournissent la nature ou les arts. C'est le but que se proposent MM. P. et C.

Il est vrai que les connaissances que l'on puise dans un livre sont bien insuffisantes pour faire le moindre essai utile, et que l'on est arrêté tout d'abord par des difficultés de pratique qu'un livre ne saurait enseigner; mais s'il est indispensable d'avoir appris les manipulations chimiques pour appliquer utilement les connaissances scientifiques, les personnes qui ont déjà acquis un peu de cette habitude trouveront dans l'ouvrage que nous annonçons les moyens de reconnaître et de distinguer les matières simples qu'elles auront à examiner; car il est ici une remarque à faire, c'est que les détails que donnent les auteurs sur les analyses, sont tout-à-fait insuffisans pour mettre au courant de ce genre difficile de travaux. Au surplus, l'un des élèves les plus distingués du plus célèbre analyste de notre époque, M. H. Rose, a publié sur l'analyse inorganique un

Digitized by Google

ouvrage spécial que nous allons posséder prochainement, traduit sur la 2^e^ édition que M. Rose donne en ce moment à Berlin, par un jeune chimiste allemand, M. Jæckel, dont le travail ne laissera rien à désirer. Cette lacune dans la science, MM. P. et C. annoncent qu'ils avaient l'intention de la combler, la publication de l'ouvrage de Rose la remplit parfaitement, et, par le genre de ses travaux, M. Rose était mieux que personne dans le cas de faire un excellent ouvrage.

Le traité des réactifs contient d'abord des notions préliminaires sur la cristallisation, la densité, la lumière, l'électricité et le calorique, et quoiqu'elles occupent peut-être une étendue un peu trop considérable dans un ouvrage où elles ne sont qu'accessoires elles sont réellement utiles.

MM. P. et C. étudient ensuite les corps non métalliques, les métaux et leurs alliages, les oxides métalliques, les produits résultant de la combinaison des corps combustibles, les acides, les sels et les produits organiques employés comme réactifs : le 1^er^ volume se termine par quelques notions sur quelques opérations que l'on fait quelquefois subir aux réactifs dans leur préparation, comme la calcination, la coupellation, la sublimation, etc.

Dans le 2^e^ volume les aûteurs décrivent d'abord les vases et ustensiles utiles à un laboratoire, et successivement la préparation des réactifs dont ils ont donné précédemment les caractères et les usages. Il nous semble que les notions générales sur un laboratoire, auraient dû, ainsi que celles sur la calcination, le grillage, se trouver au commencement de l'ouvrage, et qu'en séparant de l'étude des propriétés des corps, leur préparation, il eût fallu, du moins, les placer à la suite l'une de l'autre comme intimement liées ensemble.

Quelques applications des réactifs à l'analyse forment le chapitre suivant : les articles sur les vins et liquides alcooliques et l'analyse de quelques sels nous ont paru seuls bien remplir le but des auteurs : les autres parties de cet article laissent encore beaucoup à désirer.

Les recherches medico-légales étant devenues plus que jamais nécessaires aux pharmaciens et aux médecins qui sont souvent appelés pour éclairer la justice, MM. P. et C. ont joint à leur ouvrage quelques tableaux présentant les caractères qui



Digitized by Google

servent à reconnaître les poisons : ces tableaux ne suffiraient pas seuls pour mettre à même de prononcer avec certitude dans la plupart des cas d'empoisonnement, mais ils peuvent être utiles pour rappeler à ceux qui doivent déjà bien les connaître, les caractères des substances qu'ils peuvent rencontrer. Nous ferons remarquer l'insistence des auteurs sur un objet d'une haute importance dans le cas de médecine légale, c'est de ne prononcer sur l'existence d'un poison que quand on a pu se le procurer avec ses caractères distinctifs, et de ne s'en pas rapporter à des couleurs de précipités qui peuvent induire en erreur et présenter les plus graves conséquences : c'est un objet sur lequel on ne saurait trop appuyer.

En résumé, quoique dans les détails il y ait encore plusieurs omissions et quelques inexactitudes dans l'ouvrage de MM. P. et C., c'est un livre utile et que consulteront avec fruit ceux qui voudront apprendre à reconnaître les corps dont ils sont appelés à se servir, et à en déterminer la nature. G. de G.

196. Dissertation sur le volume des atômes, et sur les modifications qu'il subit dans les combinaisons chimiques. Première thèse subie devant la faculté des sciences; par Polydore Boullay. In-8°. Paris, 1830; Béchet jeune.

La discussion des pesanteurs spécifiques étant l'une des bases du travail de M. Boullay, il a dû déterminer avec soin celles qui laissaient à désirer ou qui n'avaient pas été prises, et discuter les résultats obtenus pour les autres. Il se sert pour prendre les densités, d'un flacon de 30 à $40^{cc}$ de capacité que l'on bouche avec un fragment de tube usé à l'émeril; le tare, y place la poudre sur laquelle il veut opérer, la recouvre d'eau bouillante et agite avec un fil de platine pour la bien mouiller et dégager l'air : il place ensuite le flacon sous la machine pneumatique et fait le vide avec précaution pour éviter la projection d'une partie de la matière, et y laisse le flacon pendant environ 12 heures pour qu'il ne se dégage plus de bulles, ce dont on s'assure en frappant sur la cloche. On achève alors de remplir le flacon d'eau distillée qui a séjourné dans le vide, et on bouche en essuyant le vase avec soin.

Le vase vidé est ensuite pesé plein d'eau distillée bouillie.

Les corrections relatives à la perte du poids dans l'air et à la température de l'eau sont inutiles, parce que celle pour la

Digitized by Google

température ne porte que sur les millièmes et qu'il est rare que l'on n'ait pas d'incertitude sur les centièmes, et qu'en opérant à 19 C. au lieu de 4 C., l'erreur ne porte encore que sur les millièmes.

Pour les corps solubles le mercure serait très-avantageux, mais il mouille trop peu de corps, et c'est à son emploi que l'on doit attribuer la plupart des erreurs, dans les résultats d'Hassenfratz; l'alcool et l'essence de térébenthine peuvent toujours être employés.

Le temps nécessaire pour ces expériences ayant forcé M. B. à multiplier l'effet de la machine pneumatique; il se sert d'un appareil très-simple consistant en un grand ou plusieurs plateaux de verre dressés, supportés dans une caisse en bois garnie de mastic, et placés sur une table voisine de la machine, et de diverses cloches à robinet de petite capacité qu'il met en communication avec la machine par le moyen d'un tuyau de plomb et de tubes de caoutchouc : ce tuyau peut être formé de deux parties, dont l'une doit renfermer de la chaux ou du chlorure de calcium. Cette disposition rend le plateau tout-à-fait inutile et présente l'avantage de multiplier autant qu'on le veut l'effet de la pompe, de garantir les cuirs de toute humidité et de placer de l'acide sulfurique près des tuyaux des corps de pompe, et ôte la crainte d'en faire entrer par le service des pompes.

M. B. a préparé lui-même presque tous les corps dont il s'est servi, il s'est assuré de la pureté des autres. Quand les corps étaient fusibles, il a opéré sur le corps fondu et non fondu mais toujours desséché. Les corps peu fusibles et non décomposables par la chaleur ont été chauffés au rouge, les autres séchés sous le vide à la plus haute température qu'ils puissent supporter.

Nous ne citerons que les résultats obtenus par M. B.

| | Formules. | Densité moyenne. | Observations. |
|---|---|---|---|
| Protoxide d'antimoine….. | $Sb^2 + O^2$ | 5,778 | En longues aiguilles. |
| Deutoxide id. …….. | $Sb + O^2$ | 6,525 | |
| Oxide d' argent…. ….. | $Ag^2 + O.$ | 7,250 | Du nitrate par la potasse en excès. |
| Chlorure id. ………. | $Ag + Cb.$ | 5,548 | |
| Iodure……………… | $Ag + I$ | 5,614 | |
| Bi-oxide de mercure …. | $Hg^2 + O.$ | 11,000 | De la calcination du nitrate. |

| | Formules. | Densité moyenne. | Observations. |
|---|---|---|---|
| Bi-chlorure de mercure...... | $Hg + Ch.$ | 5,420 | |
| Chlorure.................... | $Hg^2 + Ch.$ | 7,140 | |
| Bi-iodure................... | $Hg^2 + I$ | 7.750 | |
| Bi-sulfure.................. | $Hg^2 + S$ | 8,124 | |
| Protoxide................... | $Cu^2 + o.$ | 5,300 | Cristaux naturels. |
| Bi-oxide.................... | $Bi^2 + O^3$ | 6,130 | Calcination du nitrate. |
| Oxide de bismuth............ | $Bi^2 + O^2$ | 8,968 | |
| Deutoxide d'étain........... | $St + O^2$ | 6,900 | |
| Protosulfure d'étain........ | $St + S$ | 5,267 | |
| Bi-sulfure.................. | $St + S^2$ | 4,425 | |
| Protoxide de plomb.......... | $Pb + O.$ | 9,500 | Fondu. |
| Peroxide de plomb........... | $Pb + O^2$ | 9,190 | |
| Iodure de plomb............. | $Pb + I^2$ | 6,110 | |
| Oxide de zinc............... | $Zr + o.$ | 5,600 | |
| Peroxide de fer............. | $Fe^2 + o$ | 5,225 | |
| Deutoxide de fer............ | $Fe+O+2(Fe^2+O^3)$ | 5,400 | Par la vapeur d'eau. |
| id. ........................ | $2(F+O)+(Fe^2+O^3)$ | 5,480 | Battitures pures. |
| Chaux....................... | $Ca + o$ | 3,179 | |
| Chlorure de calcium......... | $Ca + Ch.^2$ | 2,269<br>2,214 | |
| Chlorure de barium. ........ | $Ba + Ch.^2$ | 3,860<br>4,156 | |
| Iodure de potassium......... | $Ka + I^2$ | 3,078<br>3,104 | |

Pour obtenir la détermination du volume des corps simples que l'on connaît à l'état solide, il suffirait de chercher le quotient du poids atomique par le poids spécifique, si les atômes étaient continus; mais dans les hypothèses généralement admises de l'existence de vides considérables et d'une différence de nature entre les molécules élémentaires, on ne peut rien conclure sur leur volume propre, qui ne dépend plus de la densité du volume total du corps auquel elles appartiennent, mais de leur densité propre qui reste inconnue.

En admettant que les atômes diffèrent de nature dans chaque corps probablement aussi de forme et de volume, il faut adjoindre à chaque atôme une égale portion de vide pour former des élémens continus et alors ces volumes sont donnés par le rapport du poids de l'atôme à la pesanteur spécifique. Le tableau suivant a été calculé d'après ces données.

Digitized by Google

| Corps simples non métalliques. | Densité du tableau précédent | Formules de l'atôme. | Poids de l'atôme. | Volumes de la sphère atomique. |
|---|---|---|---|---|
| Carbone........... | 3,535 | C | 37,66. | 10,65 |
| Arsenic............ | 5,763<br>5,235 | $As$ | 470,12 | 81,50<br>89,80 |
| Soufre.... ........ | 2,086 | S. | 201,16 | 96,43 |
| Phosphore. ........ | 1,770 | P. | 496,15 | 110,82 |
| Sélénium. ........ | 4,310 | $Se$ | 454,60 | 114,75 |
| Iode.............. | 4,948 | I | 783,33 | 158,30 |

Le mémoire renferme des résultats semblables pour les métaux.

Par rapport au volume des atômes composés, il peut se présenter plusieurs cas. En prenant pour exemple un sulfure :

1° Ou le volume du sulfure sera la somme des volumes des élémens et on aura $V'' \; V + V'$;

2° Ou le volume sera différent, et il y aura contraction ou dilatation, et l'on aura $V'' \gtrless V + V'$;

Le tableau suivant comprend, 1° le volume de l'atôme calculé d'après les volumes trouvés dans le précédent pour V et V′, et supposant V″ égal à leur somme; 2° le volume de ces atômes déduits du poids atomique et de la densité du corps.

| Sulfures | Formules | Volum. de l'atôme calculé. | Volum. de l'atôme trouvé. | Différences ou condensation. | Différences ou dilatation. | Condensation et dilatation exprimées en fonctions du volume calculé. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d'antimoine | $Sb^2 + S^3$ | 529,5 | 515,44 | —14,0 | | — 0,0264 | |
| de mercure. | $Hg + S$ | 189,5 | 180,50 | — 9,0 | | — 0,0475 | |
| de plomb... | $Pb + S$ | 210,5 | 197,38 | —13,28 | | — 0,0631 | |
| d'arsénic... | $As^2 + S^3$ | 457,5 | 423,00 | —34,5 | | — 0,0754 | |
| d'étain .... | $St + S$ | 198.5 | 177,50 | —21,0 | | — 0,1057 | |
| id. .... | $St + S$ | 295,0 | 255,00 | —40 0 | | — 0,1355 | |
| d'argent... | $Ag + S$. | 160,8 | 121,80 | —41,0 | | — 0,2549 | |
| de fer..... | $Fe \quad S^2$ | 237,6 | 155,00 | —82,6 | | — 0,3476 | |
| Iodures | | | | | | | |
| d'argent... | $Ag + I$ | 222,5 | 260,5 | ........ | +38,00 | | + 0.1707 |
| de mercure. | $Hg + I$ | 204.8 | 225,5 | ........ | +20,34 | | + 0.0998 |
| id. ... | $Hg^2 + I$ | 251,13 | 265, | ........ | +14,00 | | + 0,0557 |
| de plomb.. | $Pb + I$ | 430,60 | 470,8 | | | | + 0,0929 |
| potassium. | $K2 + I^2$ | 880,60 | 669,3 | +211,45 | | — 0,2401 | |

Digitized by Google

M. B. aurait voulu étendre beaucoup ce tableau, mais il a été arrêté par la difficulté de trouver des corps solides dont les élémens soient solides; mais ces résultats prouvent que les sulfures ont toujours présenté une contraction et les iodures généralement une dilatation. Mais il n'y a aucune analogie entre la contraction de substances qui présentent une même formule de composition atomique.

Le fait de la contraction et de la dilatation a paru essentiel à constater parce qu'il détruit une erreur dans laquelle sont tombés plusieurs physiciens qui, pour les corps que l'on ne peut obtenir solides, partant de cette hypothèse: que dans *l'union de deux corps à l'état solide il n'y a ni dilatation ni contraction*, ou que l'élément négatif seul les subit, ont voulu déduire le volume d'un élément, du volume connue de l'autre élément et du composé; par ex., le volume de l'oxigène à l'état solide a été de celui d'un oxide et d'un métal, etc.

En supposant cette loi vraie, M. B. a calculé le volume de l'oxigène et du chlore d'après la densité d'un grand nombre d'oxides et de chlorures, et il en résulte que le volume de l'oxigène est représenté par des nombres qui varient entre 17 et 79. Pour les chlorures, les résultats sont encore plus saillans, le volume de l'atôme de chlorure de potassium étant plus petit que celui du métal.

M. B. conclut de ces faits que, dans l'état actuel de nos connaissances, *ce serait à tort que l'on voudrait se former une idée tant soit peu exacte du volume, à l'état solide de l'atôme des corps qui, comme l'oxigène et le chlore, n'ont pu être ramenés à cet état.*

M. Hérapath ( Voy. *Bulletin*, To. III, p. 285), dans un travail semblable, a voulu établir un rapport entre le volume du métal et celui de l'oxigène qui s'y combine; mais il en résulte que ce volume est variable dans les oxides.

Il est probable qu'il existe un rapport entre le volume des atômes et la *cohésion* ou l'*affinité chimique ;* quoiqu'il soit difficile de déterminer la première, on peut se servir par comparaison de la lime, et ce n'est que les corps très rapprochés sur lesquels il peut y avoir incertitude. Soupçonnant que les corps qui ont le plus de cohésion, doivent avoir les molécules les plus rapprochées et le plus petit volume d'atômes, M. B.

Digitized by Google

a placé dans un tableau, un certain nombre de corps simples, en commençant par celui qui a le plus petit volume d'atômes, et il a trouvé ainsi que pour corps les métalliques, le carbone occupe le premier rang, le potassium et le sodium le dernier. Après le diamant, le premier groupe renferme le fer, le cobalt, le nickel, le manganèse, le cuivre, puis le zinc, le palladium, le chrôme et le platine, et ensuite l'or, l'argent, l'étain et le plomb, et enfin le potassium et le sodium.

Les corps non métalliques sont moins bien placés. Il semble qu'il existe *un rapport entre la cohésion et le volume des atômes, dans les corps simples, et qu'au plus petit volume correspond la cohésion la plus considérable.*

Pour les corps composés, il paraît que l'on a observé des rapports analogues, dans quelques cas où il a été possible de les vérifier, entre le volume de l'atôme, l'affinité chimique et la cohésion, c'est-à-dire que l'on a observé dans certaine série de corps, que le plus petit volume de l'atôme correspondait à la plus grande cohésion des composés et à la plus grande affinité chimique des composans.

Nous regrettons de n'avoir pu rapporter plusieurs tableaux du mémoire de M. B., mais ce que nous en avons dit suffira pour faire remarquer ce travail intéressant. G. de C.

197. Dissertation sur l'Ulmine (*acide ulmique*) et sur l'acide azulmique. 2^e^ thèse subie à la Faculté des sciences par M. Polyd. Boullay. In-8°. Paris, 1830; Béchet jeune.

L'ulmine a été peu étudiée par les chimistes et présente cependant beaucoup d'intérêt; elle se produit dans un grand nombre de circonstances et paraît être l'un des plus précieux engrais connus : la terre d'ombre, le terreau, la terre de bruyères et la tourbe en offrent de grandes quantités.

Vauquelin a trouvé l'ulmine dans l'exsudation de l'orme, et M. Braconnot a fait voir qu'on peut l'obtenir en traitant le ligneux par partie égale de potasse; il l'a trouvée aussi dans le pin.

L'acide ulmique desséché est noir, très-fragile, sa cassure est vitreuse, il est peu sapide et inodore, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'acide sulfurique concentré et l'acide acétique, la soude et l'ammoniaque dont il sature bien les

Digitized by Google

propriétés; la liqueur s'épaissit et mousse beaucoup par agitation; les acides précipitent l'acide ulmique en poudre floconneuse brun-rougeâtre, insoluble dans l'eau froide, un peu soluble à chaud quand elle est hydratée, et rougissant le tournesol. Les sels terreux et métalliques se précipitent aussi à la flamme d'une bougie; l'acide ulmique boursouffle légèrement, brûle avec flamme et donne les produits de la distillation des substances végétales.

L'acide ulmique existe dans le terreau et la tourbe, combiné, à ce qu'il paraît, avec l'ammoniaque; on le trouve dans la matière colorante du fil écru; il se produit par l'action de l'acide sulfurique sur le bois, et, comme Proust l'avait fait voir, le résidu charbonneux de la distillation de l'éther, n'est pas du charbon et se dissout dans l'alcool. Il paraît qu'il se trouve aussi dans les produits de la distillation des substances végétales, ce qui ferait concevoir pourquoi la quantité de charbon peut être très-inférieure à celle qu'indique la théorie, et varier avec la température. Les fumerons en renferment; par exemple, il en existe dans le charbon du Bouchet, que l'on emploie maintenant à la préparation de la poudre, et sa présence, en divisant le charbon, explique la supériorité de celui qui en renferme.

L'acide sulfurique agit très-énergiquement sur le sucre de canne, il se forme beaucoup d'acide ulmique; l'acide hydrochlorique réagit trop fortement; mais, quand il est étendu, on peut obtenir cet acide. Une dissolution de sucre, traitée à froid par l'acide sulfurique faible et abandonnée à elle-même, donne du sucre de raisin qui n'est pas altérable par l'acide sulfurique concentré non plus que la mannite: en saturant l'acide on retrouve ces substances avec leur caractère.

Le sucre de canne, traité à chaud par les alcalis, donne une substance qui paraît être de l'acide ulmique, tandis que le sucre de raisin n'éprouve pas cette altération. Ces réactions semblent indiquer des différences plus essentielles de constitution que celles qui résulteraient de la présence d'un atôme d'eau.

M. de Saussure a observé dans la fermentation de l'amidon que les produits épuisés par l'eau, l'alcool et l'acide sulfurique, forment par la dessiccation des grumeaux opaques, blancs et

Digitized by Google

fragiles, qui se dissolvent à une faible température dans la potasse et forment une solution brune visqueuse, d'où l'acide sulfurique précipite une poudre jaune combustible, qui, desséchée, devient noire et brillante comme du jayet. M. B. pense que ce pourrait être de l'acide ulmique. Cet acide diffère d'un corps qui paraît avoir ses principales propriétés et qui résulte de l'action de l'air et des substances oxigénées sur les extraits végétaux et l'acide gallique. Le produit obtenu par l'acide nitrique et quelques extraits végétaux a été confondu avec l'acide ulmique par Döbereiner; il paraît cependant en différer.

L'analyse de l'acide ulmique est difficile; quelque soin que l'on mette à le broyer avec l'oxide de cuivre, on a à craindre qu'il n'échappe un peu de charbon.

| | L'acide ulmique est composé de | L'acide gallique de |
|---|---|---|
| carbone.... | 56,07 | 57,08 |
| eau........ | 43,30 | 42,92 |

D'où l'on pourrait conclure que l'acide ulmique ne diffère de l'acide gallique que par de l'eau de cristallisation; cependant M. B. n'a pu transformer celui-ci en acide ulmique par l'acide sulfurique. A froid il n'y a pas d'action; une douce chaleur se dégage du gaz sulfureux, et l'eau précipite de la liqueur une substance qui diffère de l'acide ulmique en ce qu'elle est insoluble dans l'alcool et qu'elle colore la potasse en pourpre.

Pour déterminer la capacité de saturation de l'acide ulmique et l'analyser, M. B. a préparé des ulmates insolubles. Il se servait d'abord d'ulmate d'ammoniaque, mais il remarqua que les précipités avec le plomb et l'argent n'étaient insolubles que par l'excès d'ammoniaque, et qu'avec un ulmate bien neutre il se formait un précipité, mais qui se dissolvait dans l'eau après que la liqueur saline était écoulée, et qu'une liqueur saline rend de nouveau le composé insoluble : il se forme probablement un sel double.

L'ulmate de potasse, préparé à chaud avec un excès d'acide ulmique, précipite les sels d'argent en rouge marron; le précipité séché se divise en fragmens anguleux d'une nuance cuivrée. Avec le nitrate de plomb et le sulfate de cuivre le précipité est beaucoup plus noir.

Ces ulmates desséchés à 120° dans le vide avec l'acide sulfu-

Digitized by Google

rique, calcinés à une température bien inférieure au rouge, prennent feu et brûlent.

L'analyse a donné :

| | ULMATE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | D'ARGENT | | DE PLOMB | | DE CUIVRE | |
| | trouvé. | calculé | trouvé. | calculé. | trouvé. | calculé. |
| Acide... | 71,43 | 71,85 | 73,14 | 72,5 | 89,5 | 88,9 |
| Oxide... | 28,57 | 28,15 | 26,86 | 27,5 | 10,5 | 11,1 |

La formule de l'acide serait, pour les deux premiers résulats,

$$H^{28} C^{28} O^{14}, \text{ et par le } 3^{e}\ H^{30} C^{30} O^{15},$$

et, en adoptant ce dernier, le poids de l'atôme serait 3945,44.

La faible capacité de cet acide explique comment une petite quantité de bases alcalines ou d'ammoniaque transmet aux plantes une grande proportion de cet engrais.

Les ulmates terreux, celui de chaux surtout, ne paraissent pas tout-à-fait insolubles, ce qui fait comprendre l'action de la chaux sur les tourbes qu'elle transforme en engrais.

M. B. a cru trouver dans les produits animaux un acide analogue à l'acide ulmique; il a considéré comme un acide particulier le résidu charbonneux provenant de la décomposition spontanée de l'acide hydrocyanique, qu'on regardait comme un azoture de carbone. M. B. y a trouvé de l'hydrogène; et, d'après lui, ce composé ne diffère de l'acide hydrocyanique que par la proportion de ses élémens. Il est soluble dans la potasse, et, privé de l'hydrocyanate d'ammoniaque, il donne encore des produits hydrogénés à la distillation. M. B. l'appelle *acide azulmique.*

Le produit de la décomposition de l'acide hydrocyanique est en masse noire spongieuse, dont le reflet soyeux et comme velouté provient sans doute de cristaux d'hydrocyanate: il se divise par le choc en feuillets brun-rougeâtres par transmission; il a l'odeur d'hydrocyanate d'ammoniaque que l'on

Digitized by Google

peut séparer par l'eau ou la chaleur du bain marie; l'eau prend une teinte rougeâtre et les acides y forment un léger précipité.

L'acide azulmique est insoluble dans l'eau et l'alcool à froid et à chaud; l'acide nitrique le dissout à froid et se colore en rouge aurore; l'eau trouble la dissolution; les bases alcalines et l'ammoniaque le dissolvent très-bien; la liqueur est plus rouge que celle d'acide ulmique. Les acides en précipitent une poudre brun-rouge, légère, qui, séchée, présente imparfaitement l'éclat de l'acide ulmique : les sels métalliques y produisent des précipités bruns : par la chaleur l'acide azulmique donne de l'hydrocyanate d'ammoniaque qui se sublime, un gaz combustible brûlant en bleu, qui a l'odeur du cyanogène et du charbon.

L'analyse a donné l'azote et le carbone dans le rapport de 2 à 5, et alors si l'acide hydrocyanique se décomposait en hydrocyanate d'ammoniaque et en acide azulmique, la formule suivante représenterait ce qui se passe.

$$6\,(H\,C^2\,Az) = H\,C^2\,Az + H^3\,Az + H^2\,C^{10}\,Az^4,$$

et l'acide azulmique contiendrait

| | | | |
|---|---|---|---|
| $Az^2$ | ou | 47 | 64 |
| $C^5$ | | 50 | 67 |
| H. | | 1 | 69 |

M. B. a cherché à produire l'acide azulmique en traitant la gélatine par la potasse, et a obtenu une matière qui colore l'eau en rouge, qui se conduit avec les acides et les sels métalliques comme la précédente. Il croit que l'encre indélébile de M. Braconnot n'est qu'une combinaison d'acide azulmique, de soufre et de charbon, une sorte de sulfo-cyanure.

Dans le traitement de la fonte par l'acide nitrique, il reste une poudre brune soluble dans l'eau bouillante qu'elle colore en brun-jaunâtre et d'ou elle se précipite par refroidissement, soluble dans les alcalis et brûlant comme de l'amadou. M. B. la regarde, après quelques essais, comme de l'acide azulmique, et il pense que cet acide doit exister dans les tannins artificiels et dans beaucoup d'autres décompositions des matières organiques. G. DE C.

Digitized by Google

198. Extrait d'un mémoire sur de nouveaux effets électro-chimiques, propres à produire des combinaisons, et sur leur application à la cristallisation du soufre et autres substances. Lu à l'Académie des sciences le 25 janvier 1830, par M. Becquerel.

La chimie se compose de deux parties distinctes, l'analyse et la synthèse; la 1re, qui apprend à séparer tous les élémens dont un corps est formé, a été portée, dans ces derniers temps, à un grand degré de perfection; mais il n'en est pas de même de la seconde, qui montre comment on peut recomposer ce corps, au moyen de ses élémens, quand il appartient au règne minéral ou à la nature organique. Cela tient aux procédés dont la chimie fait usage ordinairement: en effet, comment opère-t-on des combinaisons? c'est en faisant réagir les uns sur les autres des corps dissous dans des liquides, ou en employant l'action du calorique et quelquefois celle de l'étincelle électrique, modes d'action trop rapides pour un grand nombre de composés, surtout pour ceux de nature organique. L'électro-chimie a un autre mode d'action; elle n'emploie que des corps à l'état naissant et des forces excessivement faibles, qui, produisant les molécules pour ainsi dire une à une, disposent par là les composés à prendre des formes régulières, même quand ils sont insolubles.

Les faits consignés dans ce mémoire font connaître de nouveaux principes à l'aide desquels on peut former un grand nombre de produits.

Davy a avancé que, dans les décompositions opérées avec la pile de Volta, si l'acide rencontre, en se rendant au pôle positif, une base avec laquelle il forme un sel insoluble, la combinaison a lieu et se précipite. Ce fait, qu'il a généralisé, prouve seulement que dans les circonstances où il s'opérait, l'affinité de l'acide pour la base l'emportait sur l'intensité du courant électrique, qui tendait à transporter l'acide au pôle positif. On retrouve des effets analogues dans les décompositions obtenues à l'aide de forces électriques à petites tensions, lesquels conduisent à ce résultat: lorsque l'acide sulfurique traverse, en se rendant au pôle positif, une dissolution de nitrate de potasse,

Digitized by Google

par exemple, il décompose ce sel, en raison d'une plus grande affinité pour la potasse que n'en a l'acide nitrique; celui-ci se rend seul au pôle positif avec l'oxigène, et y produisent l'un et l'autre, dans le liquide qui s'y trouve, des changemens qui amènent la formation de nouveaux composés. Cette propriété fournit les moyens de transporter très-lentement, dans une dissolution, un acide ou un gaz électro-négatif capable d'être chassé de sa combinaison par l'acide sulfurique. C'est là un grand avantage qui permet de donner plus d'extension aux recherches électro-chimiques.

M. Becquerel a appliqué ce principe à la cristallisation du soufre et d'autres substances. Voici comment il opère : on prend deux bocaux en verre que l'on remplit, l'un d'une dissolution de sulfate de cuivre, et l'autre d'une dissolution de sulfo-carbonate de potasse, puis l'on établit la communication entre les deux liquides, d'une part avec un tube de verre recourbé, rempli d'argile imprégnée d'une dissolution de nitrate de potasse, et de l'autre avec un arc formé de deux lames cuivre et plomb; le cuivre plongeant dans le sulfate et le plomb dans le sulfo-carbouate. Cette petite pile est suffisante pour décomposer le sulfate de cuivre; le métal se réduit, l'oxigène et l'acide sulfurique se transportent lentement vers le plomb; l'acide, en traversant le nitrate de potasse, le décompose et prend la place de l'acide nitrique, qui se rend avec l'oxigène dans la dissolution de sulfo-carbonate de potasse, où ils déterminent la formation de carbonate neutre de potasse en cristaux prismatiques, et de carbonate de plomb en cristaux aciculaires semblables à ceux que l'on trouve dans la nature. Le soufre qui provient du sulfure de carbone et du sulfure de potasse, cristallise en octaèdres à bases rhombes, comme les cristaux naturels.

C'est par un moyen analogue que M. Becquerel est parvenu à obtenir le sulfate de baryte et celui de chaux, en cristaux semblables à ceux que l'on trouve dans diverses formations de notre globe. La manière dont cristallise le soufre, dans l'expérience précédente, a beaucoup d'analogie avec celle dont la nature fait usage dans plusieurs circonstances, par exemple dans

Digitized by Google

la décomposition spontanée du gaz hydrogène sulfuré, qui laisse déposer du soufre en cristaux bien caractérisés.

En se servant de l'appareil précédent, et en substituant à la dissolution de sulfo-carbonate de potasse et au plomb, une dissolution de bi-carbonate de soude et une lame de cuivre, il se forme en peu de temps sur celle-ci un double carbonate de cuivre et de potasse qui cristallise en belles aiguilles d'un vert bleuâtre satiné. On trouvera peut-être un jour, dans la nature, cette substance qui est insoluble.

M. Becquerel a fait connaître ensuite un nouvel appareil qui permet d'opérer sur de plus grandes dimensions qu'il ne l'a fait jusqu'à présent, et d'éviter, quand on le veut, la réaction de l'oxide qui se forme au pôle positif.

L'inspection seule de cet appareil, dont il est impossible de faire ici la description, donne une idée des nombreux résultats que l'on peut obtenir en variant convenablement les dissolutions et les lames métalliques qui plongent dedans. On peut, par exemple, en le disposant convenablement, constater dans une dissolution la présence de très-petites quantités d'acide nitrique et d'acide hydrochlorique; la réaction que l'on obtient ne peut convenir qu'à ces deux corps. M. Becquerel, en terminant son mémoire, s'exprime ainsi : « A l'aide des principes et des appareils nouveaux que l'on vient de faire connaître, on pourra découvrir dans l'électro-chimie des vérités qui contribueront à donner plus d'extension à cette science dont les applications paraissent avoir des rapports directs avec tous les phénomènes de la nature. »

199. Méthode simple de démontrer la combustion du Diamant; par M. W Herapath. (*Philosoph. Magaz.*; juin 1830, p. 407.)

On prend un grand vase plein d'oxigène auquel on adapte un bouchon par lequel passent deux tubes, l'un communiquant avec une vessie d'hydrogène, l'autre donnant passage au gaz carbonique. On suspend le diamant à un fil fin de platine, et on le porte au rouge blanc en dirigeant sur lui un courant de flamme, et on plonge dans l'oxigène. Le diamant continue à brûler sans scintillation et avec une lumière extrêmement vive.

Digitized by Google

200. Sur le moyen de distinguer la baryte et la strontiane mélangées avec la chaux; par M. J. Andrews. (*Ibid.*; p. 404.)

La meilleure manière qui ait été proposée pour distinguer la baryte de la chaux, est peut-être celle qu'a donnée Stromeyer dans l'analyse de l'arragonite, et qui consiste à traiter les nitrates par l'alcool absolu. Bucholz n'ayant pas obtenu les mêmes résultats, a proposé de séparer la strontiane de la plus grande partie de la chaux par l'eau bouillante, et de la distinguer par la cristallisation de l'hydrate. Ce procédé est inexact, surtout s'il y a peu de strontiane; il le serait encore davantage s'il s'agissait de séparer la baryte. Brandes a proposé de précipiter le sulfate de strontiane de la dissolution nitrique; de laver par des affusions successives d'eau bouillante et de le peser: ce procédé est encore moins exact. M. A. en propose un qui est une modification de celui de Bucholz.

On dissout les carbonates dans l'acide nitrique, on évapore à siccité et on décompose les nitrates par la chaleur: on verse sur la masse sèche de l'eau bouillante, s'il y a de la baryte; et une dissolution bouillante saturée à froid de sulfate de strontiane, si cette base existe dans le mélange. On fait bouillir quelques minutes dans un creuset, et on passe le tout par un filtre couvert: on verse dans la liqueur de l'acide sulfurique, ou un sulfate soluble qui précipite la baryte ou la strontiane.

En agissant de cette manière, sur 99 grains 75 de nitrate de chaux contenant 0,25 de nitrate de baryte, on obtint un précipité blanc par l'acide sulfurique. Avec parties égales de nitrate de chaux et de strontiane, on obtint le même résultat; cependant le précipité se fit moins bien. M. A. croit que l'on peut découvrir par ce moyen $\frac{1}{400}$ de baryte ou de strontiane.

On croit généralement, sur l'autorité du Dr Hope, que le sulfate de strontiane est sensiblement soluble dans l'eau; et, d'un autre côté, M. Smithson établit que l'eau, ou une solution de sulfate de soude, dans laquelle on a fait digérer long-temps du sulfate de strontiane, ne produit pas le moindre trouble par le sous-carbonate de soude.

En faisant digérer pendant plusieurs heures du sulfate de strontiane avec l'eau pure, dans une dissolution de sulfate de soude, et dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique, ajoutant



Digitized by Google

du carbonate de soude à ces liqueurs et faisant bouillir, il se fit dans toutes les liqueurs un précipité peu considérable dans la première, et à peine sensible dans la troisième. 900 grains de la dissolution dans l'eau pure évaporés à siccité, laissèrent 0,25 grains; d'où il suit que l'on dissout $\frac{1}{1600}$ de sulfate de strontiane à 60°.

201. DE L'ACTION DES DIFFÉRENS ACIDES SUR L'IODATE NEUTRE DE POTASSE. —BI-IODATE ET TRI-IODATE DE POTASSE. — CHLORO-IODATE DE POTASSE. — PROCÉDÉ POUR OBTENIR L'ACIDE IODIQUE; par M. SÉRULLAS. (*Annal. de Chim. et Phys.*; févr. 1830; p. 113).

M. Sérullas avait déjà fait voir que le chlorure d'iode dissous dans l'alcool avec une dissolution alcoolique de potasse, donnait de l'iodate acide. On obtient plus facilement ce sel en saturant incomplètement une dissolution de potasse ou de carbonate par une dissolution aqueuse de chlorure d'iode : la température s'élève, et par le refroidissement il se précipite un composé à proportions définies de chlorure de potassium et d'iodate acide de potasse, ou *chloro-iodate de potasse*. On dissout, on filtre et on place la liqueur dans une étuve à 25°. En 24 heures on a de l'iodate acide de potasse en prismes rhomboïdaux, terminés par deux sommets dièdres. 75 d'eau dissolvent 1 de bi-iodate à 15°.

Le bi-iodate desséché jusqu'au moment où il se forme quelques vapeurs violettes, chauffé au rouge, donne pour résultat 1 atôme de potasse et 2 d'acide.

En traitant l'iodate de potasse par les acides sulfurique, nitrique, phosphorique, hydrochlorique et hydrofluorique silicé, on obtient un iodate qui contient 2 fois plus d'acide que l'iodate neutre. L'acide sulfurique, en grand excès, est préférable pour obtenir ce sel : on dissout dans l'eau et on abandonne dans une étuve à 25°. On obtient des rhomboèdres parfaitement transparens. 25 parties d'eau en dissolvent 1 de ce sel à 15°.

On obtient aussi ce sel en versant de la potasse dans un grand excès d'acide iodique et faisant cristalliser.

En chauffant ensemble de l'iodate de potasse neutre ou acide, avec l'un des sels à base de potasse qu'il voulait essayer, aiguisant fortement la liqueur avec le même acide, M. S. n'a pas ob-

Digitized by Google

tenu de combinaisons distinctes, si ce n'est avec le sulfate de potasse. Après avoir séparé le tri-iodate, on évapore les eaux mères et on obtient des cristaux très-réguliers.

En dissolvant ce sulfo-iodate et laissant cristalliser, on obtient du bi-iodate, et la liqueur acide, chauffée pour décomposer le bi-iodate qui reste, donne du sulfate acide de potasse.

Pour obtenir le chloro-iodate, on sature une dissolution aqueuse de chlorure d'iode par de la potasse; et par l'évaporation spontanée, on obtient des prismes déliés, brillans et transparens, des lames hexagonales, ou des prismes droits quadrangulaires dont les quatre arêtes longitudinales sont remplacées par des plans terminés par des sommets à quatre faces. Ils deviennent opaques à l'air, et en dissolution ils ont une réaction acide. 18 à 20 parties d'eau à 15° en dissolvent 1 de chloro-iodate.

Cette combinaison chauffée donne du chlore mêlé de chlorure d'iode, quelques vapeurs violettes, et de l'iodure de potassium qui ne contient pas de chlorure. On obtient le même résultat avec un mélange de chlorure de potassium et d'iodate de potasse.

*Sur l'iodate de soude.* — On n'obtient pas d'iodate acide de soude ni de chloro-iodate.

*Procédé pour obtenir l'acide iodique.*

Au lieu de traiter l'iode par l'oxide de chlore, M. S. essaya de décomposer l'iodate de potasse par l'acide fluorique silicé, qui se volatilise à 40°, comme M. Berzélius l'a prouvé; mais comme on n'obtient qu'un tri-iodate, il s'est servi de l'iodate de soude. Pour cela on chauffe une dissolution d'iodate de soude avec un excès d'acide fluorique silicé. La liqueur rapprochée et refroidie, on sépare le fluate double de silice et de soude, et on fait bouillir en ajoutant de l'eau de temps à autre jusqu'à ce que tout l'acide fluorique silicé soit volatilisé, ce qu'on reconnaît à son odeur. Le liquide, devenu sirupeux, es[illegible] jeté sur un filtre qui retient le peu de fluate double que c[illegible] [illegible]ontenait la liqueur, que l'on évapore doucement à siccité.

L'acide iodique obtenu est en grande quantité [illegible], puisque l'iodate de soude en contient 75 %, mais il n[illegible] existe pas absolument pur, il laisse 0,01 à 0,0075 de rési[illegible]du.

**202. Acide iodique cristallisé. — Non existence des acides iodo-sulfurique, iodo-nitrique, iodo-phosphorique**; par le même. (*Ibid.*; p. 216).

Pour obtenir l'acide iodique cristallisé, on le dissout dans l'eau et on y ajoute un peu d'acide hydrofluorique; on filtre pour séparer une matière blanche qui se précipite, et on abandonne dans une étuve l'acide cristallisé en lames hexagonales, paraissant dériver d'un octaèdre, pour en séparer un peu d'acide hydrofluorique dont ils sont imprégnés; on les chauffe un peu sur du papier.

Les entonnoirs, capsules, etc. doivent être recouverts d'une couche de cire pour éviter l'action de l'acide hydrofluorique sur le verre.

Une dissolution d'acide iodique, étendue et mêlée à de l'acide sulfurique, donne à l'étuve des cristaux.

L'acide iodique, évaporé en sirop, cristallise dans un lieu sec; pour avoir des cristaux bien nets, il faut décanter la partie liquide avant la dessiccation.

En chauffant à l'ébullition une dissolution d'iodate de soude avec au moins le double d'acide sulfurique nécessaire pour saturer la soude de l'acide sulfurique, filtrant, concentrant et abandonnant dans une étuve à 20 ou 25°, la masse lavée avec un peu d'eau et séchée à l'étuve sur du papier Joseph, se divise en petits cristaux brillans. L'eau retient l'acide sulfurique, le sulfate de soude et un peu d'acide iodique.

L'acide iodique est pur et se volatilise en entier.

M. S. a reconnu que les *acides iodo-nitrique sulfurique et phosphorique* indiqués par Davy n'existent pas. C'est l'acide iodique qui se sépare, et on peut s'assurer qu'il ne retient pas de traces des acides précipitans.

L'acide iodique cristallisé est très-soluble dans l'eau et très-peu soluble dans l'alcool qui le précipite de l'eau; il n'éprouve aucune action à l'air et présente une odeur particulière.

**203. De l'action de l'acide iodique et de la morphine ou de l'acétate de cette base**; par le même. (*Ibid.*; p. 211).

De l'acide iodique dissous, mis en contact avec un seul grain de morphine ou d'acétate, donne une coloration en un

rouge brun et une forte odeur d'iode. $\frac{1}{100}$ de grain d'acétate de morphine produit cet effet d'une manière sensible. L'action est prompte avec une liqueur concentrée et appréciable même dans 7000 parties d'eau.

La quinine, la cinchonine, la vératrine, la picrotoxine, la narcotine, la strychnine et la brucine n'agissent pas de la même manière, mais la plus petite quantité de morphine ou d'acétate produit les changemens indiqués.

Pour rendre l'iode plus sensible, on peut triturer le liquide contenant un peu de morphine avec de la gelée d'amidon, et ajouter un peu d'acide iodique qui développe la couleur bleue. On peut par ce moyen reconnaître aussi l'opium. Les iodates acides et les chloro et sulfo-iodates de potasse produisent les mêmes phénomènes; l'iodate neutre ne l'offre qu'en y ajoutant un peu d'acide sulfurique.

Le mélange de morphine et d'acide iodique étendu d'eau reste rouge brun, et, après quelque temps, devient jaune par la volatilisation de l'iode. La partie dissoute reparaît, par une évaporation spontanée, avec un aspect cristallin et sous forme de poudre jaune, quand elle est réunie.

Cette poudre est peu soluble, fuse sur les charbons et se décompose avec une espèce d'explosion à 125 ou 130°. Il se dégage de l'iode et il reste du charbon avec un peu de matière brune soluble dans l'ammoniaque. Elle donne à l'eau une couleur rose qui se forme par l'iode mis à nu; mais la couleur rose n'est pas due à de l'iode, car elle subsiste après que celui-ci a été enlevé par l'amidon. L'acide sulfureux sépare de l'iode qui se dissout dans un excès d'acide. La potasse et l'ammoniaque font passer à un beau rose la liqueur que décolore de nouveau l'acide sulfureux. L'acide sulfurique étendu n'agit pas sur la matière jaune; concentré, il en sépare de l'iode. La présence d'un iodure et d'un iodate expliquent ces actions.

Il est probable que la morphine est décomposée et transformée en une substance nouvelle.

204. Observations sur le chlorure d'iode; par le même. (*Ibid.*; p. 208).

Le chlorure d'iode dissous d'ans l'eau peut être précipité par l'acide sulfurique en excès en refroidissant les vases, il se précipite

Digitized by Google

en flocons blancs caillebottés qui, en prenant de la cohésion, deviennent jaunes. En chauffant, le chlorure se dissout et se précipite de nouveau. En distillant à une douce chaleur, il se volatilise et se condense dans le col de la cornue.

On ne sait si le chlorure d'iode se dissout dans l'eau ou donne des acides hydrochlorique et iodique; et cette opinion paraît probable, puisque les deux acides se décomposent.

Quand, dans un mélange d'acide iodique et hydrochlorique, on verse de l'acide sulfurique, il se dégage de l'acide hydrochlorique; et quand le dégagement a cessé, il se précipite du chlorure d'iode.

La coloration en jaune du mélange d'acide iodique et hydrochlorique doit faire croire que le chlorure se forme par leur seul contact, et que l'acide sulfurique ne fait que le précipiter en s'emparant de l'eau.

De l'acide iodique en poudre, jeté dans du gaz hydrochlorique produit une vive ébullition avec dégagement de chaleur et formation de chlorure d'iode qui cristallise en très-longues aiguilles, reste solide de 15 à 20° et se liquéfie de 20 à 25.

205. Note supplémentaire sur l'action de réduction de l'azote; par Fischer. (*Annalen der Physik und Chem.*; cah. 11, p. 479).

La combinaison de potasse et d'oxide d'azote qu'on obtient en calcinant le nitre, réduit promptement et parfaitement une dissolution d'or; les autres métaux ne sont pas réduits, quand même il se produit des réactions particulières avec plusieurs d'entr'eux, comme avec les sels d'argent, de plomb, de mercure et de cuivre, qui déterminent enfin la décomposition de deux sels et la réduction d'un métal avec l'oxide d'azote. Seulement la dissolution du palladium éprouve une désoxidation, de sorte que la dissolution brune est décolorée.

La réduction de l'or, quoique plus lente et plus faible, a pourtant lieu, même quand la décomposition du nitre et par conséquent la combinaison de la potasse avec l'oxide d'azote n'étaient que très-peu considérables, et qu'il n'est pas séparé des autres sels; comme, au contraire, le phénomène de réduction avec les autres sels métalliques ne s'effectuerait qu'avec un sel azoté très-pur.

Digitized by Google

L'auteur s'est convaincu de nouveau que l'azote réduit le palladium plus vite que l'or; la dissolution du palladium étant renfermée dans un petit flacon, un cylindre de verre de 4″ de capacité, contenant de l'azote ( preparé par le phosphore et l'air atmosphérique et la purification nécessaire ) avait une pellicule métallique très-forte après 14 jours, pendant que la dissolution d'or sous les mêmes conditions ne montrait qu'une très-faible réduction sur les bords du petit flacon. Cette réduction du palladium dans l'azote démontre en même temps la différence avec celle dans l'air atmosphérique, parce qu'elle se fait sans évaporation, puisqu'il ne peut y en avoir qu'une très-faible dans le petit espace fermé. Pendant que dans l'atmosphère cette évaporation est une des conditions les plus essentielles pour la réduction. J.

206. Sur la composition du chloride de barium, du nitrate de plomb et de l'acide phosphorique, et sur le poids atomistique de l'iode et du brôme; par J. Prideaux (*Philosoph. Magaz.*, avril 1830, p. 278).

L'auteur ayant trouvé en défaut le nombre donné par le Dr Turner, pour le chloride de barium et plusieurs autres pris de Thomson, a entrepris quelques expériences. Il ne s'est pas servi de sulfate de potasse pour précipiter les sels de baryte, parce que, sans certaines précautions, il reste de la potasse dans le précipité.

Le sulfate de soude employé, était bien cristallisé et chauffé au rouge pendant une ½ heure. L'acide oxalique fut saturé par de l'ammoniaque: l'un et l'autre du commerce. Le nitrate de plomb fut préparé avec l'acide nitrique et la céruse cristallisée plusieurs fois, et les cristaux séchés dans de l'air chaud, entre des feuiles de papier. Le chloride de barium fut obtenu par l'acide hydrochlorique et le carbonate de baryte, on ajouta ensuite du sulfure et ensuite de la baryte caustique, jusqu'à ce que le papier de curcuma fût fortement rougi : le sel fut cristallisé, pulvérisé, bouilli avec de l'alcool pur qui macéra dessus pendant une nuit, redissous dans l'eau distillée, soumis à un courant de gaz carbonique, cristallisé de nouveau, et chauffé au rouge ½ heure près du point de fusion.

Treize grains ¼ de chloride furent précipites par 9 grains de

Digitized by Google

sulfate de soude : le premier, pesé avec toutes les précautions contre l'humidité, les solutions mêlées chaudes, et le vase placé aussitôt au bain de sable, où il resta 3 heures : la liqueur surnageant refroidie, resta claire, en y ajoutant l'un ou l'autre des sels; mais après quelques minutes, le sulfate de soude y détermina une légère opalescence, et quelque temps après, un très-léger précipité, que l'auteur évalue à 0,05 grain. Le premier précipité rougi pesait 14,68 grains, et les parois de la fiole où l'on avait opéré étaient un peu opaques.

Vingt $\frac{1}{4}$ grains de nitrate de plomb furent précipités par 8 $\frac{7}{8}$ d'oxalate d'ammoniaque, les liqueurs mêlées chaudes, elles ne donnaient aucun trouble par le mélange avec une nouvelle quantité de sel.

L'oxalate d'ammoniaque est difficile à dessécher en approchant de 212° F, les cristaux deviennent opaques, et le sel est toujours en excès. A 140°, il paraît que la dessiccation s'opère le mieux possible.

Treize $\frac{1}{4}$ grains de chloride de barium furent précipités par 8 $\frac{7}{8}$ d'oxalate d'ammoniaque.

Vingt $\frac{3}{4}$ grains de nitrate de plomb par 9 de sulfate de soude.

Dans ces deux cas, le sel anhydre était en excès, et la précipitation sensible et immédiate en chauffant.

Ces expériences furent répétées un grand nombre de fois, et les résultats identiques, excepté quand l'oxalate d'ammoniaque était trop desséché : les balances trébuchaient à 500 de grains, les poids ajustés par division et addition, sur un étalon de $\frac{1}{8}$ de grain, et les poids déterminés par double pesée.

Les données de Thomson paraissent à l'auteur plus exactes que celles de Berzelius, d'après lequel il devrait y avoir dans la 1<sup>re</sup> expérience $\frac{13}{100}$ de grain de chloride de barium en excès = 0,145 de sulfate de baryte, et dans la 2<sup>e</sup> $\frac{15}{100}$ de nitrate de plomb = 0,13 à peu près d'oxalate.

L'excès des expériences 3 et 4 correspond avec les tables de Berzelius.

Berzelius admet que l'acide phosphorique contient 5 atômes d'oxigène et 2 de phosphore, et l'acide phosphoreux 2 de phosphore et 3 d'oxigène. Thomson, au contraire, admet dans l'acide phosphoreux 1 atôme de chaque élément; et dans l'acide phosphorique 1 de phosphore et 2 d'oxigène; et depuis il

a ajouté un nouvel acide formé de 1 de phosphore et 3 d'oxigène.

Des résultats du Dr Henry s'accordent avec ceux de Berzelius, avec quelques expressions d'indécisions relativement à la composition incertaine des gaz hydrogènes phosphorés.

L'acide phosphorique qui contient, d'après Davy :

| | | | |
|---|---|---|---|
| phosphore | 100 | oxigène | 134,5 |
| et d'après Berzelius | 100 | | 133 |

est regardé par Thomson comme formé de 1 phosphore et 2 oxigène; et cette opinion a de l'analogie avec celle de l'acide obtenu du soufre par la combustion dans l'oxigène. Tandis que le procédé de Berzelius (le traitement du soufre par l'acide nitrique), donnant un acide à 3 atômes d'oxigène, l'analogie cesse, à moins que l'on ne suppose qu'il se forme de l'azote phosphoré, ce qui entraîne $\frac{1}{3}$ de phosphore; qu'on ne peut admettre.

La combustion dans le chlore, et la dissolution dans l'eau est soumise aux mêmes incertitudes que la combustion dans l'oxigène, à moins que l'on ne fasse passer un courant de chlore au travers de la liqueur.

Du phosphore gardé fut quelque temps fondu pour le purifier. 12,805 furent placés sous l'eau dans un appareil de Woulf, et soumis à un courant de chlore qui passait lentement : le phosphore étant peu diminué après une semaine, on plaça le phosphore dans un petit tube bouché, au fond du quel on fit arriver le chlore; en deux jours le phosphore fut brûlé. L'appareil ouvert, la liqueur devint trouble, et les parois du flacon se couvrent d'une matière opaque, comme graisseuse. En continuant l'expérience 3 jours, la liqueur devint claire; mais elle blanchissait immédiatement, en commençant l'évaporation, à peu près à 150°. Vers la fin de l'opération, on ajouta un gros d'acide nitrique pour compléter l'oxidation; mais il ne se produisit pas de vapeurs rouges. L'acide chauffé au rouge $\frac{1}{4}$ d'heure, pesait 29,825. Il y avait, à la surface, une petite quantité de matière noire qui ne put être pesée après la dissolution dans l'eau distillée. L'acide saturé à chaud avec précaution par le carbonate de potasse, fut précipité par le nitrate de plomb en excès, et le précipité bouilli avec de l'acide acétique. Il pesait sec 130,7 grains. L'auteur regarde cette expérience comme suffisante

Digitized by Google

pour prouver que 12,05 de phosphore prennent moins de 17,2 d'oxigène, pour former l'acide phosphorique de 4,5, car si c'était celui de 3,5, le précipité aurait dû peser 141,25 : Davy avait trouvé exactement 16,2. Les vues de Berzelius paraissent donc exactes à M. P., et l'existence de l'acide à 3,5 problématique.

Les expériences de Berzelius sur l'iode et le brôme semblent prouver que leur poids atomique a été déterminé avec des matières qui n'étaient pas entièrement exemptes de chlore; car si le vrai nombre de ce corps est à peu près 4,45, l'iode serait 16,04, et le brôme à peu près 9,95 : ce qui, pour l'iode, coïncide avec le nombre de Gay-Lussac.

207. Sur l'acide mellitique; par MM. Wohler et Liebig. (*Annal. de Chim. et Phys.;* fév. 1830, p. 200).

Les auteurs pensaient, d'après la manière de se conduire des mellitates au feu, que l'acide ne contenait pas d'hydrogène : le mellitate d'argent ne donne, par la chaleur, ni eau, ni produit hydrogène, et avec l'oxide de cuivre on n'obtient pas non plus d'eau ; car dans l'expérience il s'en est trouvé 0,0015 °/₀. L'acide ne contient pas non plus d'azote; 0 g., 235 de mellitate d'argent = 0,07058 d'acide ont donné par l'oxide de cuivre 66 de gaz carbonique pur, à 0° et 28 du baromètre, ce qui donne :

50,21 carbone.
49,79 oxigène.

En calculant d'après l'équivalent connu de l'acide mellitique (62,3), le nombre d'atômes de ses élémens, on a :

| | | |
|---|---|---|
| 4 | atômes carbone ............. | 3,05748 |
| 3 | oxigène ............. | 3,00000 |
| | Atôme calculé ............. | 6,05748 |

Pour confirmer ce résultat, on a décomposé le mellitate d'ammoniaque par l'oxide de cuivre; les dernières portions de gaz, contenaient, pour 5 volumes, 4 de gaz carbonique, et 1 d'azote.

L'acide mellitique et l'acide succinique ont une ressemblance frappante de composition, en faisant abstraction de l'hydrogène que renferme celui-ci. Il paraîtrait, d'après celà, que l'acide mellitique provient de la décomposition de l'acide

succinique qui se trouve aussi dans les couches de bois fossiles, quoique le succin manque où l'on trouve le mellite. Les auteurs ont cherché à produire l'acide mellitique en fondant et sublimant de l'acide succinique dans du chlore sec et humide; mais il n'y a pas d'action : avec la potasse, il ne se produit que de l'acide oxalique.

MM. W. et L. ont répété alors l'analyse de l'acide succinique qui s'est trouvée d'accord avec celle de Berzelius : cet acide fut purifié en faisant passer du chlore dans sa dissolution saturée; on obtint de l'acide d'une blancheur parfaite, qu'on purifia par des cristallisation successives, et qu'on fit sublimer ensuite. Cet acide analysé par l'oxide de cuivre, a donné :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Carbone | 44,38 | M. Berzelius a | 44 04 |
| Hydrogène | 5,00 | obtenu par le | 4 58 |
| Oxigène | 50,62 | succinate de | 51 38 |
| | | plomb, | |

et par la décomposition du succinate de plomb par l'acide sulfurique, on trouve, pour équivalent de l'acide, 8,333.

Le mellitate d'ammoniaque donne, par la chaleur, de l'eau, de l'acide hydrocyanique et des cristaux d'un vert brillant, qui se dissolvent dans l'eau et lui donnent une saveur amère.

208. Sur la composition de l'acide malique; par M. J. Liebig. (*Ibid.*; mars 1830, p. 259.)

Les analyses de l'acide malique, faites par divers chimistes, sont si peu d'accord, que M. Leibig a pensé que cela est dû à l'impureré des matières employées. Les analyses de divers malates par M. Braconnot, s'accordent parfaitement. Dœbereiner a trouvé que l'acide malique chauffé avec l'acide sulfurique, donne sans noircir de l'oxide de carbone et de l'eau; mais l'équivalent de l'acide trouvé de cette manière et l'analyse du malate de plomb du même chimiste, ne s'accordent pas avec cette supposition. M. Prout n'a pas déterminé l'équivalent de l'acide, seul moyen de comparer la justesse de ses analyses. M. Frommherz a aussi examiné l'acide malique, mais, dans l'analyse organique, il n'y a pas de raison de regarder une analyse comme exacte quand on trouve des $\frac{1}{2}$ atômes.

M. Trommsdorf a examiné les diverses substances appelées *acide malique*, et a donné à M. L. une portion d'acide d'une

pureté et d'une beauté remarquables; M. L. s'est servi aussi d'acide obtenu du fruit du sorbier par le procédé suivant:

Le suc des fruits mûrs du sorbier fut traité à chaud par du noir animal purifié par l'acide muriatique, et evapore en sirop en y ajoutant un peu de potasse, mais y laissant toujours un grand excès d'acide. On ajouta 4 à 5 fois le volume d'alcool, on sépara le mucilage et on distilla; le résidu fut traité de nouveau par l'alcool qui lui fit perdre son état muqueux ; la liqueur distillée, on étendit d'eau et on précipita par l'acétate de plomb. Le malate de plomb fut décomposé par l'hydrogène sulfuré.

La potasse ajoutée sert à séparer l'acide tartrique que l'on n'aurait pu séparer autrement à cause de la solubilité du tartrate de plomb dans les acides.

Pour séparer des traces d'acides malique, citrique ou tartrique, que l'acide malique aurait pu retenir, on le neutralisa imparfaitement par l'ammoniaque, on ajouta volume égal d'alcool, on laissa refroidir et on obtint des prismes quadrangulaires transparens de malate acide d'ammoniaque à peine soluble dans l'alcool. Ces cristaux décomposés par l'acétate de plomb, on en obtint l'acide pur.

Pour avoir l'équivalent de l'acide malique, on se servit des malates de zinc et d'argent. Le premier chauffé à 100° devient blanc et opaque et perd 10 o/o d'eau sans changer de forme. A 120° il perd encore 10 o/o, et les cristaux tombent en poudre blanche cohérente.

Le malate cristallisé contient :

| | |
|---|---|
| Acide.......... | 46,734 |
| Oxide.......... | 32,711 |
| Eau............ | 20,555. |

L'oxigène de l'oxide est à celui de l'acide = 1 :3 : 4 l'équivalent ainsi calculé = 57,3 = 1. Pour obtenir le malate d'argent, on mêla du nitrate neutre avec du malate acide d'ammoniaque, et en obtint un précipité blanc-grenu, et un autre en saturant la liqueur par l'ammoniaque : ils sont semblables et il n'existe pas de malate acide.

Le malate neutre contient :

| | |
|---|---|
| Acide.......... | 66,975 |
| Oxide.......... | 33,026. |

Digitized by Google

Le nombre équivalent calculé d'après cette analyse est 57,2, et le malate d'argent séché à 100° est anhydre. Par la chaleur il donne un gaz (de l'oxide de carbone) qui s'enflamme et brûle comme de l'alcool sans répandre d'odeur empyreumatique, et ne noircit que momentanément.

Pour déterminer le nombre d'atômes de carbone, M. L. a employé le malate acide d'ammoniaque qui, par l'oxide de cuivre, donne un mélange de gaz contenant de l'azote et de l'acide carbonique dans le rapport de 1 : 8, d'où l'acide malique contient 4 atômes de carbone.

Pour connaître la quantité d'eau, M. L. a employé le malate de zinc anhydre. L'acide serait formé de

| | | |
|---|---|---|
| 4 atômes, | carbone......... | 24 |
| 2 — | hydrogène....... | 2 |
| 4 .. | oxigène......... | 32. |

Et le nombre équivalent serait 58, ce qui est un peu plus fort que le nombre donné par l'analyse.

En se servant de malate d'argent anhydre, on trouve que l'acide contient plus de 1 et moins de 2 atômes d'hydrogène, et comme la machine pneumatique n'avait pas été employée, on peut admettre qu'il n'y a qu'un atôme, et alors on trouve 57 pour l'équivalent; et pour confirmer le résultat, M. L. a déterminé directement le carbone par les malates d'argent et de zinc, ce qui a donné :

| | 1. | 2. | calculé. |
|---|---|---|---|
| Carbone.......... | 40,919 | 41,238 | 42,105 |
| Hydrogène........ | 2,883 | 2,883 | 1,754 |
| Oxigène.......... | 56,198 | 55,879 | 56,141. |

209. Sur l'acide contenu dans l'urine des quadrupèdes herbivores; par J. Liebig. (*Ibid.*; p. 188.)

En s'occupant de quelques recherches sur l'acide urique, M. L. a examiné l'acide que Fourcroy et Vauquelin ont retiré de l'urine de quelques animaux et pris pour de l'acide benzoïque.

L'urine de cheval mêlée à de l'acide hydrochlorique en excès, donne un précipité cristallisé, jaune-brun, d'une odeur particulière et désagréable qu'on ne peut enlever par des lavages à l'eau. On fait bouillir ce précipité avec de la chaux et de l'eau, on y mêle du chlorure de chaux pour en détruire l'odeur,

Digitized by Google

et du charbon animal pour décolorer : en versant de l'acide hydrochlorique en excès, dans la liqueur chaude, il se sépare par refroidissement des prismes de 2 à 3 pouces, d'un blanc éblouissant et demi transparens.

Cet acide diffère de l'acide benzoïque par sa cristallisation, sa moindre solubilité dans l'eau, les sels qu'il forme, et surtout parce qu'il contient de l'azote ; par la chaleur il fond, se décompose et devient noir et il se sublime une substance cristalline : on ressent une forte odeur d'amandes amères et il reste un charbon poreux. Mêlé avec 4 à 5 fois son poids d'hydrate de chaux, il se dégage beaucoup d'ammoniaque.

M. L. nomme cet acide *Hippurique.* L'acide sulfurique le dissout à 120° sans noircir, l'eau le précipite : au-dessus de 120° il se forme du gaz carbonique et sulfureux, et il se sublime des cristaux blancs, luisans. L'acide nitrique le dissout aussi facilement ; à l'ébullition il est décomposé et il se dégage à peine d'acides nitreux et carbonique. Il est soluble dans l'acide hydrochlorique chaud et cristallise par refroidissement avec toutes ses propriétés. Le chlore dissous ne l'attaque pas, mais il est décomposé par un excès de chlorure de chaux au point d'ébullition. Pour l'analyser, M. L. s'est servi de l'appareil que M. Gay-Lussac et lui ont employé pour l'acide fulminique, et à cette occasion, il fait remarquer que l'analyse des substances azotées est toujours inexacte quand l'azote est au carbone dans un rapport de plus de 1 : 5 : il cite comme exemple la morphine, dans laquelle MM. Pelletier et Dumas ont trouvé l'azote au carbone : : 1 : 30, et qui contient réellement 32. Les analyses de la quinine, de la cinchonine, etc. ne sont pas moins différentes. M. L. indique l'emploi de tubes de verre vert à bouteille, qui supportent bien la chaleur rouge sans se fondre.

L'acide hippurique a donné pour 100 d'acide carbonique, 5 d'azote ou 20 : 1. Pour vérifier ce résultat, M. L. a employé un procédé très-exact que l'on pourrait employer pour les acides organiques non azotés, et qui consiste à brûler par l'oxide de cuivre un sel ammoniacal. L'oxalate d'ammoniaque, par exemple, donne de l'azote et de l'acide carbonique dans le rapport de 1 : 2, et comme l'atôme d'azote correspond toujours à un atôme ou un double atôme, il faut bien que les volumes relatifs de l'acide carbonique expriment toujours le nombre

des atômes de carbone. Si le sel neutre ammonical d'un acide cristallisait difficilement, on emploierait le sel acide, mais la matière ne contiendrait que la moitié des atômes obtenus. L'hippurate acide d'ammoniaque donne le rapport de 2 : 27.

Pour déterminer l'hydrogène on met le mélange de la matière avec l'oxide de cuivre, dans un tube que l'on place dans le vide avec de l'acide sulfurique pendant plusieurs heures; on adapte un tube de 4 à 6 pouces contenant du chlorure de calcium dont l'augmentation du poids donne l'eau.

| Sa composition. | Trouvée. | Calculée. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Azote......... | 7,337 | 7,291 | 1 | azote...... | 14 |
| Carbone....... | 62,032 | 62,500 | 20 | carbone.... | 120 |
| Hydrogène..... | 5,000 | 5,000 | 10 | hydrogène. | 10 |
| Oxigène....... | 24,631 | 24,631 | 6 | oxigène.... | 48 |
| | 100,000 | 100,000 | | | 192 |

Il ne contient pas d'eau de cristallisation; son poids atomique, pris comme moyenne des sels de plomb et de chaux, donne 196.

L'analyse de l'hippurate de plomb donne pour 100 d'acide, 55, 31 d'oxide de plomb. Le sel cristallisé contient 25, 64 d'eau, d'où l'oxigène de l'acide est à celui de l'eau et de l'oxide : : 1 : 6 : 6.

---

## MÉLANGES.

### 210. Sujet de prix proposé par la Société des sciences naturelles de Liége, pour 1831.

Exposer l'histoire chimique de la matière colorante du sang, et rechercher à quels usages cette substance peut être appliquée dans les arts.

Le prix est une médaille d'or de la valeur de 50 fl. des Pays-Bas. Les mémoires, écrits en français, en hollandais ou en latin, seront adressés à M. Wellekens, secrétaire-général, avant le 15 juillet 1831. (*Correspondance mathématique et physique;* II$^{e}$ livrais., Tom. III, 1830, p. 159.)

Digitized by Google

# TABLE

## DES ARTICLES DU CAHIER DE MAI 1830.

*Mathématiques.*



*Physique.*



*Météorologie.*



*Chimie.*



*Mélanges.*



PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,
RUE JACOB, N° 24.

Digitized by Google

# BULLETIN

## DES SCIENCES MATHÉMATIQUES,

### ASTRONOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

### MATHÉMATIQUES.

211. **Principes élémentaires d'algèbre**, à l'usage principalement des jeunes gens qui veulent étudier ensuite la physique, la direction des machines, etc.; par H. Suzanne, docteur ès-sciences. 1 vol. in-12, de VIII et 135 p. Paris, 1830; Bachelier, et chez l'auteur, au collége Charlemagne.

Ces principes d'Algèbre conviennent à tous ceux qui, sans vouloir entrer dans les profondeurs de la science, veulent apprendre la physique, la mécanique et quelques autres parties des mathématiques usuelles.

L'auteur expose les motifs des changemens qu'il a faits à certaines théories algébriques, et qui l'ont engagé surtout à publier cet ouvrage. Ces changemens portent sur la règle des signes, sur les exposans négatifs entiers et sur les exposans fractionnaires.

Après les principes théoriques, viennent les exercices de calcul ou les applications. Questions usuelles d'intérêt, 6 problèmes; change, 9 problèmes; règles de trois composées, 2 questions; intérêts composés, 7 questions.

L'auteur passe ensuite à la physique: règle d'alliage, 5 problèmes; chûte des corps, pendule simple, corps élastiques, plan incliné, écoulement des liquides, pompes, tuyaux de conduite, etc.

On voit combien l'auteur a su rassembler de choses utiles dans un volume de peu d'étendue. C'est le secret d'intéresser ceux à qui les longs ouvrages font peur. B......Y.



Digitized by Google

212. Annales de mathématiques pures et appliquées; par M. Gergonne. Tom. XXI, n$^{os}$ 1 et 2; juillet et août 1830.

N° 1. A la fin de son *Exposition élémentaire des principes du calcul différentiel,* dont nous avons rendu compte (*Bulletin* de mars, p. 161), M. Gergonne avait promis des applications diverses, et il a déja rempli une partie de ses engagemens, dans son article sur les *maxima* et *minima* (*Bulletin* d'avril, pag. 244.) La livraison que nous annonçons est totalement occupée par l'application que donne l'auteur, des mêmes principes à la théorie des courbes planes. Ce sujet étant, de sa nature, peu susceptible d'analyse, nous nous bornerons à faire connaître l'esprit des procédés d'investigation mis en usage par M. Gergonne.

Soit

$$f(x,y)=S=0, \qquad (1)$$

une équation en $x$ et $y$, exprimant une courbe plane quelconque, rapportée à deux axes de direction arbitraire; et soit $(x',y')$ un quelconque des points du périmètre de cette courbe; de telle sorte qu'on ait

$$f(x',y')=S'=0. \qquad (2)$$

Pour transporter en ce point l'origine des coordonnées, sans changer la direction des axes, il faudra faire

$$x=x'+t, \quad y=y'+u; \qquad (3)$$

$t$ et $u$ étant les symboles des nouvelles coordonnées. Or cela revient évidemment à supposer que dans (2), $x'$ et $y'$ se changent respectivement en $x'+t$ et $y'+u$, ce qui donne, eu égard à cette équation (2)

$$\left.\begin{array}{l|l|l|l}
0=\frac{dS'}{dx'}t & +\frac{d^2S'}{dx'^2}t^2 & \frac{1}{1.2.}+\frac{d^3S'}{dx'^3}t^3 & \frac{1}{1.2.3}+\ldots \\
+\frac{dS'}{dy'}u & +2\frac{d^2S'}{dx'dy'}tu & +3\frac{d^3S'}{dx'^2dy'}t^2u & +\ldots \\
 & +\frac{d^2S'}{dy'^2}u^2 & +3\frac{d^3S'}{dx'dy'^2}tu^2 & +\ldots \\
 & & +\frac{d^3S'}{dy'^3}u^3 & +\ldots \\
 & & & +\ldots
\end{array}\right\} (4)$$

Voilà donc l'équation de la courbe (1) rapportée aux nouveaux axes; et de la sorte elle passe par l'origine des $t$ et $u$,

Digitized by Google

ce qui rend sa courbure en ce point beaucoup plus facile à étudier. On retournera d'ailleurs aux axes primitifs, au moyen des formules.

$$t = x - x', \; u = y - y'.$$

Si l'on ne veut considérer de la courbe qu'un très-petit arc s'étendant fort peu de part et d'autre de l'origine des $t$ et $u$, on pourra, sans grave erreur, négliger, dans l'équation, (4) les termes de plus d'une dimension en $t$ et $u$; de sorte que moins l'arc dont il s'agit aura de longueur, et plus il approchera d'avoir pour équation

$$\frac{dS'}{dx'}t + \frac{dS'}{dy'}u = 0;$$

cette équation sera donc rigoureusement la sienne, lorsqu'il sera réduit à l'origine même des $t$ et $u$; c'est donc là l'équation d'une droite qui se confond avec la courbe en ce point, c'est-à-dire l'équation de sa tangente au point $(x', y')$; équation qui, en retournant au système primitif, deviendra

$$\frac{dS'}{dx'}(x - x') + \frac{dS'}{dy'}(y - y'). = 0$$

Telle est la manière dont M. Gergonne traite des diverses propriétés de la courbure des courbes planes; ce sont constamment des résultats approchés qui deviennent ensuite rigoureux, dès que l'on entre dans le véritable état de la question qu'on veut résoudre.

L'auteur traite ainsi successivement des points d'inflexion, des diverses sortes de points multiples, des normales, des centres et rayons de courbure, des développées et des osculatrices de différens ordres. Il fait enfin l'application des formules générales qu'il a obtenues aux courbes comprises dans l'équation la plus générale du second degré à deux indéterminées.

N° 2. Soient les deux équations

$$A_0 x^m + A_1 x^{m-1} + A_2 x^{m-2} + \ldots\ldots + A_{m-2} x^2 + A_{m-1} x + A_m = 0,$$
$$B_0 x^m + B_1 x^{m-1} + B_2 x^{m-2} + \ldots\ldots + B_{m-2} x^2 + B_{m-1} x + B_m = 0;$$

dans lesquelles $A_0$, $B_0$, $A_1$, $B_1$, ..... $A_{m-1}$, $B_{m-1}$, $A_m$, $B_m$, sont supposés, soit des quantités numériques, soit des fonctions quelconques de tant d'inconnues qu'on voudra, autres que $x$. Si l'on prend tour-à-tour la somme des produits de ces deux équations, d'abord par $-B_0$ et $+A_0$, puis par $+B_m$ et $-A_m$,

et qu'on divise par $x$ la dernière des deux équations résultantes; en posant, pour abréger,

$$A_0 B_1 - A_1 B_0 = C_1, \qquad A_{m-1} B_m - A_m B_{m-1} = C_{2m-1},$$
$$A_0 B_2 - A_2 B_0 = C_2, \qquad A_{m-2} B_m - A_m B_{m-2} = C_{2m-2},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$A_0 B_{m-1} - A_{m-1} B_0 = C_{m-1}, \qquad A_1 B_m - A_m B_1 = C_{m+1}$$
$$A_0 B^m - A_m B_0 = C_m,$$

on aura

$$C_1 x^{m-1} + C_2 x^{m-2} C_3 x^{m-3} + \ldots\ldots + C_{m-2} x^2 + C_{m-1} x + C_m = 0,$$
$$C_m x^{m-1} + C_{m+1} x^{m-2} + C_{m+2} x^{m-3} + \ldots\ldots + C_{2m-3} x^2 + C_{2m-2} x + C_{2m-1} = 0;$$

équations qui ne sont plus que du $(m-1)^{\text{ème}}$ degré en $x$, et à l'aide desquelles, par l'application du même procédé, on s'en procurera deux autres, qui ne seront plus que du $(m-2)^{\text{ème}}$ degré, par rapport à cette même inconnue. En poursuivant donc continuellement de la même manière, on parviendra finalement à deux équations du premier degré en $x$, desquelles tirant les valeurs de cette inconnue, on obtiendra une équation indépendante de $x$ qui exprimera la condition nécessaire pour que les deux proposées puissent avoir lieu à la fois, si leurs coëfficiens sont des quantités connues, et qui, dans le cas contraire, ne renfermera plus que les autres inconnues du problème.

Telle est la méthode d'élimination donnée par Euler, dans le XIX^e chapitre de son *Introduction au calcul différentiel;* méthode dont M. Gergonne entreprend la défense, contre le jugement, tout au moins un peu sévère, qu'en ont porté quelques auteurs d'élémens, et qu'il trouve bien préférable à celle qui consiste à chercher le plus grand commun diviseur des premiers membres des deux proposées. M. Gergonne s'étonne d'abord, que malgré le soin que l'on met généralement dans le calcul, à éviter les divisions et les extractions de racines, et à les remplacer, autant qu'il est possible, par des multiplications et des formations de puissances, on emploie ici la division, dans une recherche où elle n'est nullement commandée, et où elle est d'un usage tout-à-fait incommode. On a dit contre la méthode d'Euler qu'elle ne faisait pas voir comment deux équations pourraient avoir lieu à la fois; mais, observe M. Gergonne, rien ne semble plus propre à exprimer cette circonstance que de combiner ces équations entr'elles, comme équations d'un même problème. On a ensuite objecté, contre la méthode d'Eu-

Digitized by Google

ter, qu'elle ne donnait aucune lumière sur la relation entre l'inconnue éliminée et les inconnues qui demeurent dans l'équation finale, et on voit, au contraire, qu'elle donne la valeur de celle-ci en fonction des autres, sous deux formes différentes. On a dit enfin, contre cette méthode, qu'elle conduisait à une équation finale plus élevée que ne le comporte la nature du problème, sans songer que cet inconvénient lui est commun avec la méthode du plus grand commun diviseur, que M. Gergonne ne pense pas avoir jamais été employée par aucun bon calculateur, pour son propre usage, et qui n'est ainsi qu'une méthode de pure représentation. L'auteur montre, au surplus, par des exemples gradués, que rien n'est plus aisé, en suivant la méthode d'Euler, que de délivrer l'équation finale des facteurs qui lui sont étrangers; et en donnant cette équation finale pour tous les systèmes des deux équations qui n'excèdent pas le quatrième degré, il en prend occasion de remarquer qu'Euler a fait des calculs superflus, en l'endroit cité, en traitant comme cas distincts des cas qui rentraient les uns dans les autres.

M. Gergonne croit utile, en terminant sur ce sujet, de donner certaines conditions générales auxquelles doit satisfaire toute équation finale obtenue à l'aide des notations qu'il a choisies, et qui forment autant de caractères propres à reconnaître les erreurs qui auraient pu se glisser dans les calculs. C'est un point trop négligé, suivant lui, par les auteurs d'élémens. Il fonde tout ce qu'il dit sur ce sujet, sur la loi des homogènes, qui, bien qu'elle semble méconnue par quelques géomètres, n'en est pas moins, à ses yeux, une des lois fondamentales de la science.

Lorsqu'on a à éliminer une inconnue entre des équations au nombre de plus de deux, on a coutume d'éliminer tour-à-tour cette inconnue entre l'une d'elles et chacune des autres; et l'on a soin d'observer aussitôt, que l'arbitraire et le défaut de symétrie de ce procédé est une source de complication dans les résultats. M. Gergonne montre que rien n'est plus facile que d'éviter ce défaut de symétrie, par une extension fort simple de la méthode d'élimination d'Euler. Soient, par exemple, les trois équations

$$A_0x^m+A_1x^{m-1}+A_2x^{m-2}+\ldots\ldots+A_{m-2}x^2+A_{m-1}x+A_m=0$$
$$B_0x^m+B_1x^{m-1}+B_2x^{m-2}+\ldots\ldots+B_{m-2}x^2+B_{m-1}x+B_m=0$$
$$C_0x^m+C_1x^{m-1}+C_2x^{m-2}+\ldots\ldots+C_{m-2}x^2+C_{m-1}x+C_m=0.$$

En prenant tour-à-tour la somme de leurs produits respectifs
1° par $B_0C_1 - B_1C_0$, $C_0A_1 - C_1A_0$, $A_0B_1 - A_1B_0$,
2° par $B_0C_m - B_mC_0$, $C_0A_m - C_mA_0$, $A_0B_m - A_mB_0$,
3° par $B_{m-1}C_m - B_mC_{m-1}$, $C_{m+1}A_m - C_mA_{m-2}$, $A_{m-1}B_m - A_mB_{m-1}$;
divisant la seconde des équations résultantes par $x$ et la troisième par $x^2$, elles prendront aussitôt la forme

$$D_3 \; x^{m-2} + D_4 \; x_{m-3} + \ldots\ldots + D_m \quad x + D_{m+1} = 0,$$
$$D_{m+1} \; x^{m-2} + D_{m+2} x^{m-3} + \ldots\ldots + D_{2m-2} x + D_{2m-1} = 0,$$
$$D_{2m-1} x^{m-2} + D_{2m} x^{m-3} + \ldots\ldots + D_{3m-4} x + D_{3m-3} = 0;$$

c'est-à-dire que leur degré sera diminué de deux unités; on arrivera donc bientôt, par la répétition du même procédé, à deux équations délivrées de $x$.

Dans un second article, M. Vallès prouve

1° Que si $a$, $b$, $c$ sont les longueurs des droites qui joignent les trois sommets d'un triangle rectiligne au centre du cercle inscrit, le rayon $r$ de ce cercle sera donné par l'équation du troisième degré, sans second terme

$$\left(\frac{1}{r^3}\right) - \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right)\left(\frac{1}{r}\right) - \frac{2}{a\,b\,c} = 0;$$

2° Que si $a$, $b$, $c$ sont les longueurs des perpendiculaires abaissées sur les directions des trois côtés d'un triangle rectiligne, du centre du cercle circonscrit, le rayon R de ce cercle sera donné par l'équation du troisième degré, sans second terme

$$R^3 - (a^1 + b^2 + c^2)R - 2\,abc = 0;$$

3° que si $a$, $b$, $c$ sont les longueurs des arcs de grands cercles qui joignent les trois sommets d'un triangle sphérique au pôle du cercle inscrit, le rayon sphérique $r$ de ce cercle sera donné par l'équation du troisième degré sans second terme

$$cot.^3 r - (cot.^1 a + cot.^2 b + cot.^2 c) cot. r - 2\, cot. a\, cot. b\, cot. c = 0;$$

4° Que si enfin, $a$, $b$ $c$ sont les longueurs des arcs de grands cercles abaissés perpendiculairement sur les directions des trois côtés d'un triangle sphérique, du pôle du cercle circonscrit, le rayon sphérique R de ce cercle sera donné par l'équation du troisième degré, sans second terme, tang. $^3$R — (tang. $^2a$ + tang. $^2b$ + tang. $^2c$) tang. R — 2 tang. $a$ tang. $b$, tang. $c = 0$

213. Note sur une construction graphique nouvelle des tangentes et des rayons de courbure des courbes géomé-

triques; communiquée à la Société philomathique, séance du 30 juillet 1830, par M. Chasles, correspondant.

Je présenterai prochainement à la Société philomathique un mémoire sur une solution purement géométrique du problème des tangentes et de celui des cercles osculateurs, pour toutes les lignes courbes géométriques. Les constructions graphiques qui résolvent ces deux problèmes d'une manière générale, et la propriété fondamentale des courbes sur laquelle ces constructions reposent, peuvent être exposées en peu de mots.

Voici d'abord quelle est cette propriété des courbes géométriques :

« Si par un point pris dans le plan d'une courbe géométrique, on mène deux transversales parallèles à deux axes fixes, et qu'on fasse les produits des segmens compris entre ce point et la courbe sur les deux transversales, le rapport de ces deux produits sera toujours le même, quel que soit le point pris dans le plan de la courbe. »

Ce théorème, démontré dans la géométrie de position de Carnot, est une généralisation d'une propriété des lignes du 3e degré, énoncée par Newton dans son *Énumération* de ces lignes.

*Construction des tangentes.* Pour déterminer la tangente en un point $m$ d'une courbe géométrique, d'un degré quelconque, on mène par ce point deux transversales $mA$, $mA'$, sous des directions arbitraires; on fait les produits des segmens compris sur ces droites entre le point $m$ et les autres points où elles rencontrent la courbe; soient $P$, $P'$ ces 2 produits;

Par un point $\mu$, pris arbitrairement dans le plan de la courbe, on mène 2 transversales parallèles aux 2 droites $mA$, $mA'$; et on fait les produits des segmens compris sur ces deux transversales entre le point $\mu$ et la courbe; soient $\Pi$, $\Pi'$ ces 2 produits.

On portera sur les 2 droites $mA$, $mA'$, à partir du point $m$, deux lignes proportionnelles aux rapports $\frac{\Pi}{P}$, $\frac{\Pi'}{P'}$ respectivement; *la droite qui joindra les extrémités de ces lignes sera parallèle à la tangente au point m.*

Ainsi la direction de la tangente est déterminée.

On pourrait construire directement la normale. Pour cela, on

porterait sur les 2 transversales issues du point $m$ des lignes proportionnelles aux rapports $\frac{P}{\Pi}$, $\frac{P'}{\Pi'}$; par les extrémités de ces lignes et par le point $m$, on ferait passer un cercle; *son centre serait sur la normale à la courbe au point m.*

*Construction des cercles osculateurs.* Pour déterminer le cercle osculateur en un point $m$ d'une courbe géométrique, on mènera par ce point la tangente à la courbe, et une transversale quelconque $m$A; on prendra les produits des segmens compris sur ces 2 droites entre le point $m$ et les autres branches de la courbe; soient T et P ces 2 produits.

Par un point $\mu$ pris arbitrairement dans le plan de la courbe, on mènera deux parallèles à la tangente et à la transversale; et on fera les produits des segmens compris sur ces 2 parallèles entre le point $\mu$ et la courbe; soient $\tau$ et $\pi$ ces 2 produits.

On portera sur la transversale $m$ A une ligne égale à $\frac{P}{\pi} \cdot \frac{\tau}{T}$; *l'extrémité de cette ligne sera sur le cercle osculateur cherché.*

Il suit de cette construction que si l'on désigne par $\theta$ l'angle que la transversale $m$ A fait avec la tangente, le rayon de courbure sera égal à $R = \frac{1}{2\, sin.\, \theta} \cdot \frac{P}{\pi} \cdot \frac{\tau}{T}$.

Si la courbe est du degré $m$, $\tau$ et $\pi$ contiendront $m$ facteurs linéaires, P en contiendra $m-1$ et T en contiendra $m-2$.

Quand la courbe sera tracée, ces facteurs seront des lignes comprises sur les transversales; et quand la courbe sera déterminée par son équation, on connaîtra immédiatement, au moyen de cette équation, les valeurs des quatre produits P, T, $\pi$, $\tau$; ce qui résulte, comme on sait, de la théorie générale des équations.

Quand la courbe est tracée, il faut qu'elle le soit complètement, c'est-à-dire que toutes ses branches soient décrites, pour que les transversales la rencontrent en autant de points que l'indique le degré de la courbe. Par exemple, si la courbe est une des courbes du quatrième degré, appelées Ovales de Descartes, il faut connaître sa *compagne*, qui est une seconde ovale, jouissant des mêmes propriétés que la 1[re], qui n'est point indiquée par la construction géométrique que Descartes et d'au-

Digitized by Google

tres géomètres ont donnée de ces courbes, mais qui est renfermée dans la même équation.

Quand on ne connaîtra point l'équation d'une courbe, ni sa description complète, on aura recours à une méthode graphique fondée sur la théorie des surfaces réglées, que M. Hachette a exposée dans ses Élémens de géométrie à trois dimensions, et dont un extrait se trouve dans le *Bulletin* de la Société, année 1816. Cette méthode graphique s'applique aussi, comme on sait, à la construction des plans osculateurs des lignes à double courbure, et même à la détermination de leurs centres de *courbure sphérique*.

Les constructions que je viens d'exposer s'appliquent aux tangentes et aux rayons de courbure des sections planes des surfaces géométriques; elles conduisent à quelques propriétés nouvelles de ces surfaces, relatives particulièrement aux courbes que M. Ch. Dupin a appelées *indicatrice*, dans sa théorie de la courbure des surfaces. (Voyez l'ouvrage publié par ce savant, sous ce titre: *Développemens de géométrie*, in-4°).

Faisons observer, en terminant cette note, que nos constructions, ci-dessus énoncées, peuvent être simplifiées, parce qu'au lieu de quatre transversales parallèles 2 à 2, on peut n'en mener que trois, dont 2 issues du point de la courbe et la 3ᵉ tout-à-fait arbitraire; cette modification des solutions ci-dessus repose sur une propriété générale des courbes géométriques due à Carnot, et dont celle que nous avons citée n'est qu'un corollaire.

214. Sur le calcul des annuités, et sur quelques questions de la théorie des probabilités; par J. W. Lubbock. (*Transactions of the Cambridge philos. Society;* Tom. III, 1ʳᵉ part.)

On sait que le calcul de la valeur mathématique ou moyenne des annuités est fondé sur l'usage des tables de mortalité. Nommant généralement $y_x$ le nombre de personnes vivantes de l'axe $x$ que l'on trouverait en faisant le dénombrement d'un pays, la probabilité qu'une personne de l'âge $a$ vive au moins jusqu'à l'âge $x$ est exprimée par $\frac{y_x}{y_a}$. Les nombres $y_x$ peuvent aussi s'obtenir par le dépouillement des registres des décès,

Digitized by Google

Cette expression de la probabilité dont il s'agit devrait effectivement être considérée comme la véritable, si le nombre des observations ou les nombres inscrits dans la table de mortalité étaient très-grands. Le nombre des observations étant assez limité, dans plusieurs des tables qui sont en usage, cette circonstance donne lieu à appliquer ici les considérations d'après lesquelles les probabilités des évenemens futurs se déduisent des événemens observés. On peut voir sur ce sujet le ch. 6 du II^e^ livre de la *Théorie analytique des probabilités*. M. Lubbock trouve, d'après ces considérations, que la probabilité qu'une personne qui vient de naître vive au-delà de l'âge $x$, au lieu d'être exprimée par $\frac{y_x}{y_0}$, doit l'être par

$$\frac{y_x + k - x}{y_0 + k},$$

$k$ désignant le dernier des âges marqués dans la table, 100 par exemple, si la table est portée jusqu'à ce nombre.

Cette considération apporte un léger changement au résultat du calcul des annuités, des assurances sur la vie, etc. D'après les tables données par l'auteur, la valeur d'une annuité de 1 fr. pour une personne de 20 ans, calculée d'après les tables de Chester où $y_0 = 1927$, est de 19 fr. 43, à 3 pour 100; tandis qu'elle serait, d'après le calcul ordinaire, de 19 fr. 29.

Les calculs relatifs aux rentes viagères, fondés sur les tables de Deparcieux, où le nombre des observations est moindre que le précédent, comporteraient des corrections plus importantes. Mais il est essentiel de remarquer que les lois exprimées par les tables de Deparcieux ayant été confirmées par des observations beaucoup plus nombreuses faites en Angleterre, il ne peut y avoir aucune erreur sensible à regarder les nombres contenus dans ces tables comme étant très-grands, et à négliger les nombres $x$ et $k$ de l'expression précédente.

215. Mémoire sur les équations générales de l'équilibre et du mouvement des corps solides élastiques et des fluides, lu à l'Académie roy. des sciences, le 12 octobre 1829, par M. Poisson.

Ce Mémoire fait partie du 20^e^ cahier du *Journal de l'École polytechnique*, qui ne tardera pas à paraître. M. Poisson y a

repris les questions qu'il avait déjà traitées dans deux mémoires précédens; il s'est proposé dans son nouveau travail d'établir avec toute la simplicité et la rigueur désirables les équations générales de l'équilibre et du mouvement des corps solides et fluides; ses recherches ne l'ont point conduit à des résultats différens de ceux qu'il avait obtenus dans ses deux premiers mémoires, quoiqu'il ait modifié sa théorie sur quelques points essentiels.

Après une courte introduction, l'auteur expose dans le premier § les notions physiques sur la constitution intime des corps, qu'il a prises pour bases de ses calculs. Cette partie du mémoire étant d'un intérêt très-général, nous croyons devoir la reproduire ici. « Toutes les parties de la matière sont soumises à deux sortes d'actions mutuelles. L'une est attractive, indépendante de la nature des corps, proportionnelle au produit des masses, et en raison inverse du carré des distances : elle s'étend indéfiniment dans l'espace, et produit la pesanteur universelle et tous les phénomènes d'équilibre et de mouvement qui sont du ressort de la *mécanique céleste.* L'autre est attractive ou répulsive : elle dépend de la nature des particules et de leur quantité de chaleur; son intensité décroît très-rapidement quand la distance augmente, et devient insensible, dès que la distance a acquis une grandeur sensible. Le calcul des effets mécaniques de cette seconde force sera l'objet général de ce nouveau mémoire.

Les corps sont formés de *molécules* disjointes, c'est-à-dire, de portions de matière pondérable, d'une grandeur insensible, séparées par des espaces vides, ou des *pores,* dont les dimensions sont aussi imperceptibles à nos sens. Les molécules sont si petites et si rapprochées les unes des autres, qu'une portion d'un corps, qui en renferme un nombre extrêmement grand, peut encore être supposée extrêmement petite, et la grandeur de son volume insensible. Cela étant, si d'un point $M$ comme centre et d'un rayon insensible, on décrit une sphère dans l'intérieur d'un corps, qui comprenne un nombre extrêmement grand de ses molécules; si l'on désigne par $\mu$ la somme de leurs masses, par $v$ le volume de la sphère, et qu'on fasse

$$\frac{\mu}{v} = \rho,$$

ce rapport $\rho$ est ce qu'on appelle la *densité* du corps au point

M, quelles que soient d'ailleurs l'inégalité de masses des molécules et leur distribution régulière ou irrégulière dans l'étendue de $v$. De même, en désignant par $n$ le nombre de molécules que $v$ renferme, et faisant

$$\frac{v}{n} = \varepsilon^3,$$

cette ligne $\varepsilon$, de grandeur insensible, sera ce que nous appellerons l'*intervalle moyen* des molécules qui répond au point *M*.

Indépendamment de la matière pondérable dont elle est formée, chaque molécule renferme en outre une certaine quantité de la substance impondérable, à laquelle on attribue les phénomènes de la chaleur. Cette substance est retenue plus ou moins fortement dans la molécule par l'attraction de la matière pondérable. Une partie s'en échappe à chaque instant sous forme rayonnante; une autre partie provenant de ce rayonnement des autres particules, est absorbée ou réfléchie à la rencontre de cette molécule. Nous n'avons point à examiner ici les lois et les causes de cet échange continuel, par suite duquel le *calorique* propre à une même molécule peut être constant ou variable; nous dirons seulement que la quantité de calorique contenu dans le vide, doit être regardée comme insensible eu égard à celle qui s'attache aux particules matérielles; car, d'après une expérience de M. *Gay-Lussac*, lorsque l'on diminue ou que l'on augmente subitement un espace vide, on ne voit se manifester aucune variation de chaleur, ni dans cet espace, ni dans les corps environnans, contrairement à ce qui arrive, dès que ce même espace contient un peu d'air ou d'un gaz quelconque. Il résulte de là que les forces répulsives que nous considérerons ne devront émaner que des points matériels des corps, et nullement des espaces vides qui séparent leurs molécules. Celles-ci peuvent encore renfermer les fluides électriques ou magnétiques; mais nous supposerons qu'ils y sont à l'état neutre, et nous n'aurons égard qu'aux forces moléculaires qui proviennent de l'attraction de la matière pondérable et de la répulsion du calorique.

Cela posé, appelons $m$ et $m'$ les masses de deux molécules voisines, $c$ et $c'$ leurs quantités de calorique, $M$ et $M'$ leurs centres de gravité, et $r$ la distance $MM'$; et considérons l'action exercée par $m'$ sur $m$, laquelle est égale et contraire à la

réaction de $m$ sur $m'$. Supposons d'abord les dimensions de $m$ et de $m'$ très-petites par rapport à la distance qui les sépare. L'action dont il s'agit se réduira alors à une force unique, dirigée suivant la droite $MM'$, et dont l'intensité sera une fonction de $r$ que nous représenterons par $R$. En même temps, leur répulsion mutuelle sera proportionnelle au produit de $c$ et $c'$, et leur attraction, au produit de $m$ et $m'$. En considérant la force $R$ comme positive ou négative, selon qu'elle tendra à augmenter ou à diminuer la distance $r$, sa valeur sera l'excès de la répulsion sur l'attraction; et si l'on suppose que l'attraction réciproque de la matière et du calorique qui retient celui-ci dans chaque molécule, s'étend au dehors, il faudra retrancher de cet excès l'attraction du calorique de $m'$ sur la matière de $m$, et celle de la matière de $m'$ sur le calorique de $m$; lesquelles forces seront proportionnelles, la première au produit $mc'$ et la seconde à $m'c$. De cette manière la valeur complète de $R$ sera

$$R = cc'\gamma - mm'\alpha - mc'\beta - m'c\beta';$$

les coefficiens $\gamma$, $\alpha$, $\beta$, $\beta'$, étant des quantités positives : le premier sera indépendant de la nature de $m$ et de celle de $m'$, le second dépendra de l'une et de l'autre, le troisième ne dépendra que de la nature de $m$, et le 4$^e$, de celle de $m'$.

En réunissant les trois derniers termes de $R$ en un seul, on pourra écrire sa valeur sous cette forme :

$$R = Fr - fr.$$

Chacune des deux fonctions $Fr$ et $fr$ n'aura que des valeurs positives; ces valeurs décroîtront très-rapidement et sans alternative, à mesure que la variable $r$ augmentera : elles deviendront insensibles pour toute valeur sensible de $r$. Pour une certaine valeur de cette distance, on pourra avoir $Fr = fr$ et $R = 0$; le signe de $R$ sera différent en-deçà et au-delà, soit que la répulsion $Fr$ l'emporte d'abord sur l'attraction $fr$ et qu'elle décroisse ensuite plus rapidement, soit que le contraire ait lieu à l'égard de ces forces; et l'on verra par la suite (n° 39) que ces deux cas se présentent effectivement dans la nature.

Lorsque les molécules $m$ et $m'$ ne seront pas assez éloignées l'une de l'autre pour que leur forme n'ait aucune influence sensible sur leur action mutuelle, l'action de $m'$ sur $m$ ne sera plus dirigée nécessairement suivant la droite $MM'$, et il pourra

Digitized by Google

même arriver qu'elle ne se réduise point à une seule force. Ses composantes seront toujours des fonctions de $r$ qui n'auront de valeurs sensibles que pour des valeurs insensibles de cette variable; mais elles dépendront, en outre, des angles qui déterminent la direction de la droite $MM'$ par rapport à des sections fixes dans l'intérieur de $m$ et $m'$; en sorte qu'elles varieront, si l'une des molécules vient à tourner autour de l'autre, ou sur elle-même, sans que la distance $MM'$ de leurs centres de gravité ait changé. Ce cas général est celui qui a lieu dans les corps solides; le cas particulier, dans lequel l'action moléculaire se réduit à la force $R$, est celui des fluides, ainsi qu'il résulte, comme on l'expliquera par la suite, de la parfaite mobilité de leurs parties.

Dans tous les cas, nous supposerons que la sphère d'activité de chaque point d'un corps, quoique son rayon soit insensible, comprend néanmoins un nombre extrêmement grand de molécules. Cette hypothèse, la seule que je fasse dans ce mémoire, sera sans doute admise par les physiciens, comme étant conforme à la nature. Elle nous permettra d'exprimer les résultantes de sactions moléculaires dans l'intérieur des corps, en fonctions des coordonnées de leurs différens points, lors même que ces molécules seront disposées et distribuées sans aucune régularité dans l'étendue de leur sphère d'activité; ce qu'on doit supposer, en effet, à l'égard des corps qui ne sont pas cristallisés.

Il suit de là que si l'on considère deux parties $A$ et $B$ d'un corps non cristallisé, qui soient d'une étendue insensible, mais dont chacune comprenne cependant un très-grand nombre de molécules, et qu'on veuille déterminer l'action totale de $A$ sur $B$, on pourra supposer dans ce calcul que l'action mutuelle de deux molécules $m$ et $m'$, se réduise, comme dans le cas des fluides, à une force $R$ dirigée suivant la droite qui joint leurs centres de gravité $M$ et $M'$, et dont l'intensité ne sera fonction que de la distance $MM'$. En effet, quelle que soit cette action, on peut la remplacer par une semblable force, qui sera la moyenne des actions de tous les points de $m'$ sur tous ceux de $m$, et que l'on combinera avec une autre force $R'$, ou, s'il est nécessaire, avec deux autres forces $R'$ et $R''$, dépendantes de la disposition respective des deux molécules. Or, cette disposition n'ayant par hypothèse aucune sorte de régularité dans $A$ et $B$,

Digitized by Google

et les nombres de molécules de *A* et *B* étant extrêmement grands et comme infinis, on conçoit que toutes les forces $R'$ et $R''$ se compenseront sans altérer l'action totale de *A* sur *B*, qui ne dépendra par conséquent que des forces *R*. Il faut d'ailleurs ajouter que pour un même accroissement dans la distance, l'intensité des forces $R'$ et $R''$ diminue plus rapidement en général que celle des forces *R*; ce qui contribuera encore à faire disparaître l'influence des premières forces sur l'action mutuelle de *A* sur *B*.

Mais il n'en sera plus de même, lorsqu'il s'agira d'un corps cristallisé, où les molécules sont disposées symétriquement les unes par rapport aux autres, et distribuées avec régularité dans chaque partie qui en contient un très-grand nombre. »

C'est d'après ces principes que M. Poisson détermine les pressions dues à l'action moléculaire dans les corps. Mais avant de s'occuper d'un corps quelconque, il a cru devoir, pour jeter plus de clarté sur cette théorie, traiter le cas le plus simple qu'elle présente, en considérant un système de molécules rangées en ligne droite et soumises à leurs actions mutuelles. C'est l'objet du § 2 du mémoire. Comme ce paragraphe n'est guère susceptible d'analyse, nous passerons immédiatement au problème général, § 3. « Un corps est parfaitement élastique lorsqu'il reprend sa forme naturelle et que tous ses points reviennent à leurs positions primitives, dès que les forces données qui les en ont écartés ont cessé d'agir. Tous les corps jouissent de cette propriété quand le changement de forme est extrêmement petit; mais lorsqu'il est un peu considérable, il y en a qui conservent la forme que les forces étrangères leur avaient donnée, ou qui ne reviennent qu'imparfaitement à leur forme primitive. Dans ces corps non élastiques, la forme peut être différente pour les mêmes forces données, ou la même pour des forces différentes. Nous ne nous en occuperons pas dans ce mémoire. De plus, dans ce paragraphe, il ne sera question que des corps élastiques non cristallisés; et nous allons d'abord considérer leur état naturel, c'est-à-dire, l'état dans lequel les molécules ne sont soumises qu'à leur action mutuelle, et les forces ou pressions étrangères sont supposées nulles.

Dans cet état, soit *M* un point situé dans l'intérieur du corps, à une distance sensible de la surface. Par ce point me-

Digitized by Google

nons un plan qui partage le corps en deux parties, et que nous supposerons horizontal, pour fixer les idées. Appelons *A* la partie supérieure et *A'* la partie inférieure, dans laquelle nous comprendrons les points matériels appartenant au plan même. Du point *M* comme centre, décrivons une sphère qui comprenne un très-grand nombre de molécules, mais dont le rayon soit cependant insensible par rapport au rayon d'activité des forces moléculaires. Soit $\omega$ l'aire de sa section horizontale; sur cette section élevons dans *A* un cylindre vertical, dont la hauteur soit au moins égale au rayon d'activité des molécules; appelons *B* ce cylindre : l'action des molécules *m'* de *A'* sur celles *m* de *B*, divisée par $\omega$, sera la *pression* exercée par *A'* sur *A*, rapportée à l'unité de surface et relative au point *M*.

On pourra, dans le calcul de cette force, considérer l'action mutuelle de deux molécules déterminées *m* et *m'* comme étant dirigée suivant la droite qui joint leurs centres de gravité, et son intensité, comme une fonction $fr$ dela distance $r$ de ces deux points. »

Ayant ainsi défini la pression, M. Poisson fait voir qu'elle se réduit à une force verticale, et en la représentant par $N\omega$, il trouve

$$N\omega = \Sigma . \frac{z}{r} fr,$$

la somme $\Sigma$ s'étendant à tous les points *m* de *B* et *m'* de *A'*.

M. Poisson transforme cette expression en considérant le corps comme homogène dans l'étendue des valeurs sensibles de $fr$ autour du point *M*, et supposant que les molécules n'ont aucune distribution particulière autour de ce point. Il trouve, en désignant par $\varepsilon$, la grandeur moyenne de l'intervalle moléculaire autour du point *M*,

$$N = \frac{1}{6\varepsilon^3} . \Sigma . rfr,$$

la somme $\Sigma$ s'étendant à tous les points matériels du corps compris dans la sphère d'activité de *M*. Il démontre ensuite que cette pression *N* ne varie pas d'un point à un autre dans l'intérieur du corps, et que de plus elle est égale à zéro; d'où il suit que la condition de l'état naturel du corps est exprimée par l'équation $\Sigma . rfr = 0$,

Digitized by Google

qui détermine implicitement la grandeur de $\varepsilon$ en chaque point *M* situé à une distance sensible de la surface.

M. Poisson examine ensuite l'état d'un corps dont les parties se sont un tant soit peu déplacées et qui a changé de forme par l'effet de forces extérieures et de pressions exercées à sa surface. Après avoir donné, comme M. Cauchy, l'expression de la dilatation ou condensation, soit linéaire soit cubique, autour d'un point quelconque, M. Poisson représente par $\omega P$, $\omega Q$, $\omega R$, les trois composantes parallèles aux axes des $x, y, z$, de l'action exercée dans le second état du corps par toutes les molécules d'une partie *A'* du corps sur toutes celles d'un cylindre *B* dont la base est $\omega$, le même dont il a été question plus haut; ce cylindre et sa base comprennent les mêmes points matériels avant et après le déplacement des molécules. Ne pouvant entrer dans le détail des calculs par lesquels M. Poisson évalue les quantités $P, Q, R$, nous n'en rapporterons que les résultats.

En désignant par $x, y, z$, les coordonnées d'un point *M* du corps dans l'état primitif, par $x+u, y+v, z+w$ ce qu'elles deviennent après le changement de forme, par $r$ la distance de ce point *M* à un autre point quelconque dans l'état primitif, par $c, c', c''$ les cosinus des angles que fait avec les axes la normale à l'élément de surface $\omega$ passant par le point *M*, et faisant

$$\mathrm{K}=\frac{1}{6\varepsilon^3}\cdot\Sigma\,.\,rfr \qquad k=\frac{1}{30\varepsilon^3}\,.\,\Sigma\,.\,r^3\frac{d\,.\,\frac{fr}{r}}{dr}$$

les sommes $\Sigma$ s'étendant à tous les points matériels du corps autour de *M*, on a

$$\mathrm{P}=\left[\mathrm{K}\left(1+\frac{du}{dx}\right)+k\left(3\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dx}\right)\right]c$$
$$+\left[\mathrm{K}\frac{du}{dy}+k\left(\frac{du}{dy}+\frac{dv}{dx}\right)\right]c'+\left[\mathrm{K}\frac{du}{dz}+k\left(\frac{du}{dz}+\frac{dw}{dx}\right)\right]c'',$$

$$\mathrm{Q}=\left[\mathrm{K}\left(1+\frac{dv}{dy}\right)+k\left(\frac{du}{dx}+3\frac{dv}{dx}+\frac{dw}{dz}\right)\right]c'$$
$$+\left[\mathrm{K}\frac{dv}{dx}+k\left(\frac{dv}{dy}+\frac{du}{dy}\right)\right]c+\left[\mathrm{K}\frac{dv}{dz}+k\left(\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy}\right)\right]c'',$$

$$\mathrm{R}=\left[\mathrm{K}\left(1+\frac{dw}{dz}\right)+k\left(\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+3\frac{dw}{dz}\right)\right]c'',$$
$$+\left[\mathrm{K}\frac{dw}{dy}+k\left(\frac{dw}{dy}+\frac{du}{dz}\right)\right]c'+\left[\mathrm{K}\frac{dw}{dx}+k\left(\frac{dw}{dx}+\frac{du}{dz}\right)\right]c,$$



Digitized by Google

$K$ est nulle si l'état primitif du corps est son état naturel.

Si l'on suppose la normale à $\omega$ parallèle à l'axe des $z$, on aura $c=o$, $c'=o$, $c''=1$, et en représentant par $P_1$ $Q_1$ $R_1$ ce que deviennent alors $P$ $Q$ $R$, il vient

$$P_1 = K\frac{du}{dz} + k\left(\frac{du}{dz} + \frac{dw}{dx}\right).$$

$$Q_1 = K\frac{dv}{dz} + k\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right).$$

$$R_1 = K\left(1 + \frac{dw}{dz}\right) + k\left(\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + 3\frac{dw}{dz}\right).$$

En désignant de même par $P_2$ $Q_2$ $R_2$ et par $P_3$ $Q_3$ $R_3$ les valeurs que prennent $P$, $Q$, $R$, lorsque la normale à $\omega$ est parallèle à l'axe des $y$ et à l'axe des $x$, et comparant ces valeurs particulières avec celles de $P$ $Q$ $R$ on en conclura

$$P = P_1 c'' + P_2 c' + P_3 c$$

$$Q = Q_1 c'' + Q_2 c' + Q_3 c$$

$$R = R_1 c'' + R_2 c' + R_3 c$$

résultat auquel on parvient encore par la considération des pressions exercées sur les faces d'un tétraèdre infiniment petit dont le point $M$ est un sommet qui a ses trois faces adjacentes à ce point parallèles aux plans des coordonnées, et sa $4^e$ face perpendiculaire à la droite qui fait avec les axes les angles dont les cosinus sont $c$, $c'$, $c''$.

Les composantes des pressions étant ainsi déterminées, M. Poisson en déduit les équations d'équilibre du corps après son changement de forme produit par les forces données dont les composantes sont X, Y, Z, en considérant un parallélepipède extrêmement petit, dont les arètes sont parallèles aux axes dans l'état primitif du corps ; il exprime qu'il est en équilibre après le changement de forme sous l'action des forces X, Y, Z, et des pressions dues aux actions moléculaires qui s'exercent sur ses différentes faces. Il obtient ainsi, en désignant par $\rho$ la densité du corps en un point quelconque, les 3 équations suivantes :

$$\left.\begin{aligned} X\rho &= \frac{dP_1}{dz} + \frac{dP_2}{dy} + \frac{dP_3}{dx} \\ Y\rho &= \frac{dQ_1}{dz} + \frac{dQ_2}{dy} + \frac{dQ_3}{dx} \\ Z\rho &= \frac{dR_1}{dz} + \frac{dR_2}{dy} + \frac{dR_3}{dx} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

M. Poisson trouve ensuite les équations relatives à la surface du corps comme dans son premier mémoire. Ces équations sont

$$\begin{aligned} X_1 + P_1 c'' + P_2 c' + P_3 c &= 0. \\ Y_1 + Q_1 c'' + Q_2 c' + Q_3 c &= 0 \qquad (2) \\ Z_1 + R_1 c'' + R_2 c' + R_3 c &= 0. \end{aligned}$$

$X_1$, $Y_1$, $Z_1$ étant les composantes de la pression appliquée au point de la surface que l'on considère, et $c$, $c'$, $c''$, les cosinus des angles que la normale en ce point fait avec les axes; ces équations n'ont pas lieu pour les points situés à une distance insensible ou nulle d'une pointe ou d'une arète vive. M. Poisson ajoute plusieurs remarques et fait voir que dans un corps homogène ou hétérogène soumis à des forces données qui varient comme on voudra, la pression intérieure ne peut être normale au plan sur lequel elle s'exerce et la même en tous sens autour d'un même point, à moins que la dilatation linéaire ne soit aussi la même suivant toutes les directions autour de ce point, et *vice versâ*.

Les équations (1) et (2) peuvent être remplacées par d'autres qui leur sont équivalentes, mais dont l'usage sera quelquefois plus commode. Ces dernières équations avaient été déjà données par M. Poisson dans son premier mémoire; elles ont été rapportées à la page 106 du *Bulletin* de février 1829.

Si le corps n'est pas en équilibre et que ses molécules fassent de très-petites oscillations, on aura les équations différentielles de son mouvement, en remplaçant dans celles de l'équilibre les forces X, Y, Z, par $X - \frac{d^2u}{dt^2}$, $Y - \frac{d^2v}{dt^2}$, $Z - \frac{d^2w}{dt^2}$.

Si le corps est homogène et si l'on prend pour son état naturel un état dans lequel la surface est soumise à une pression normale $\Pi$ la même dans tous ses points, on aura les trois équations suivantes :

$$X - \frac{d^2u}{dt^2} + a^2\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{1}{3}\frac{d^2v}{dydx} + \frac{2}{3}\frac{d^2w}{dzdx} + \frac{1}{3}\frac{d^2u}{dy^2} + \frac{1}{3}\frac{d^2u}{dz^2}\right) = \frac{\Pi}{\rho}\frac{d^2u}{dx^2},$$

$$Y - \frac{d^2v}{dt^2} + a^2\left(\frac{d^2v}{dy^2} + \frac{2}{3}\frac{d^2u}{dxdy} + \frac{2}{3}\frac{d^2w}{dzdy} + \frac{1}{3}\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{1}{3}\frac{d^2v}{dy^2}\right) = \frac{\Pi}{\rho}\frac{d^2v}{dy^2};$$

$$Z - \frac{d^2w}{dt^2} + a^2\left(\frac{d^2w}{dz^2} + \frac{2}{3}\frac{d^2u}{dxdz} + \frac{2}{3}\frac{d^2v}{dydz} + \frac{1}{3}\frac{d^2w}{dx^2} + \frac{1}{3}\frac{d^2w}{dy^2}\right) = \frac{\Pi}{\rho}\frac{d^2w}{dz_2},$$



Digitized by Google

On fera disparaître, si l'on veut, les seconds membres de ces équations, en comprenant dans les déplacemens $u$, $v$, $w$, ceux qui résultent de la compression du corps produite par la la pression $\Pi$.

Le § IV du mémoire a pour objet le calcul des pressions moléculaires dans les corps cristallisés, où l'on suppose que les molécules sont régulièrement distribuées et qu'elles s'attirent ou se repoussent inégalement par leurs différens côtés. Pour cette raison il n'est plus permis de regarder l'action mutuelle des deux molécules comme une simple fonction de la distance qui les sépare. Pour donner un exemple du calcul des pressions moléculaires dans les cristaux, M. Poisson considère un corps composé de molécules dont les centres de gravité sont rangés sur des droites parallèles aux axes des $x$, $y$, $z$, et équidistans sur chaque droite, mais dont les intervalles ne sont pas les mêmes parallèlement à deux axes différens. Il termine ce § par les réflexions suivantes, qui conviennent aux corps solides et aux fluides.

« Si l'on considère les corps comme des masses continues, et qu'on les décompose en élémens différentiels, les composantes de la pression sur un plan passant par un point intérieur $M$, seront exprimées par des intégrales sextuples, qu'on pourra réduire à des intégrales triples; et la valeur de chaque force sera proportionnelle au carré de la densité, puisqu'elle proviendra de l'action exercée par tous les points d'une partie du corps sur tous les points d'une autre partie contiguë. Si le point $M$ est placé à une distance insensible de la surface, la pression sur un plan perpendiculaire à la normale fera équilibre à la pression extérieure; par conséquent, si l'on désigne celle-ci par $\Pi$, on aura

$$\Pi = h\rho^2;$$

$\rho$ étant la densité au point $M$, et $h$ un coefficient dépendant de la nature du corps et de la quantité de chaleur de ses molécules, mais indépendant de son degré de compression. Augmentons la pression $\Pi$, et supposons qu'elle devienne $\Pi + \Pi'$; supposons aussi qu'on empêche la chaleur de se dissiper, ou qu'on rende aux molécules du corps, la chaleur que la compression leur ferait perdre: la densité $\rho$ variera; nous représenterons par $\rho(1 + \delta)$ ce qu'elle deviendra; mais le coefficient $h$ ne changera pas, et nous aurons

$$\Pi + \Pi' = (1 + \delta)^2 h \rho^2 ;$$

d'où l'on conclut

$$\Pi' = (2\delta + \delta^2)\,\Pi.$$

Or, dans les corps solides et dans les liquides, la contraction est très-petite pour une très-grande augmentation de la pression extérieure; $\delta$ est donc une très-petite fraction, quoique $\Pi'$ soit un très-grand multiple de $\Pi$; ce qui rend l'équation précédente impossible. Dans les fluides aériformes, les variations de la densité sont considérables; et il n'est pas impossible *à priori*, que la pression y soit proportionnelle au carré de la densité, quand la quantité de chaleur reste la même; mais l'expérience prouve que cette relation n'a pas lieu dans la nature. En effet, le cas d'une quantité constante de chaleur est celui des condensations et dilatations alternatives qui accompagnent les vibrations sonores, et sont si rapides que la chaleur des molécules de l'air n'a pas le temps de se dissiper. Or, on sait que la vîtesse du son observée indique que dans ces variations de densité, la force élastiqne de l'air, ou la pression qui lui sert de mesure, croît ou diminue plus rapidement que la densité, mais dans un rapport moindre que sa seconde puissance. A la vérité, pour expliquer comment la force élastique varie dans ce phénomène, moins rapidement que le carré de la densité, on suppose que pendant la durée de chaque vibration de l'air, une partie de la chaleur de ses molécules perd sa force répulsive et devient ce qu'on appelle *chaleur latente*, dont on détermine la quantité d'après la vîtesse du son à laquelle on veut satisfaire (1). Mais la supposition qu'une substance matérielle perd et reprend, suivant qu'on en a besoin, l'action mutuelle de ses particules, est trop vague pour continuer d'être admise dans la théorie de la chaleur; et l'explication que nous citons n'a sans doute été donnée que parce qu'on regardait comme nécessaire la loi de la pression proportionnelle au carré de la densité, dans le cas où la quantité de la chaleur ne varie pas.

« Maintenant en calculant les pressions moléculaires, si l'on a égard aux espaces vides qui séparent les molécules, la pression s'exprimera par une somme qui ne se réduira pas nécessairement à une intégrale. Dans la supposition que les intervalles des molécules sont très-petits par rapport à leur rayon d'activité, on pourra toujours concevoir la valeur de cette

(1) Mécanique céleste, Tom. V, p. 121.

Digitized by Google

somme réduite en série très-convergente, qui procédera suivant les puissances croissantes de l'intervalle moyen, ou, ce qui est la même chose, suivant les puissances décroissantes de la racine cubique de la densité, et dont le premier terme sera la pression qui aurait lieu dans le cas d'une masse continue. Nous avons donné des exemples de cette réduction; et si nous considérons la forme de la série relativement à l'intervalle moyen ou à la densité, il y a lieu de croire qu'elle ne tient pas à la supposition particulière que nous avons faite sur la constitution intime du corps, et que cette forme de la pression en fonction de la densité convient à tous les assemblages de molécules, dans lesquels la pression est égale en tous sens autour de chaque point. En raison des facteurs dont ils dépendent, l'on peut aussi supposer que tous les termes de cette série, à partir du troisième, sont insensibles et négligeables par rapport au second; mais la valeur de celui-ci peut être comparable à celle du premier terme, parce que l'action moléculaire provient de deux forces qui agissent en sens contraire, et pourvu que cette action change de signe dans l'étendue de ses valeurs sensibles. Ainsi, dans les corps solides non cristallisés, dans les liquides et dans les gaz, si l'on appelle $p$ la pression égale en tous sens qui répond à la densité $\rho$, nous admettrons qu'on a

$$p = a\rho^2 + b\rho^{\frac{4}{3}};$$

$a$ et $b$ étant des coefficiens qui ne dépendront que de la nature du corps et de sa quantité de chaleur; en sorte que, pour un même corps, si la densité et la température changent de manière que la quantité de chaleur ne varie pas, ces coefficiens ne varieront pas non plus, et, au contraire, si la densité reste la même et que la température vienne à changer, ou réciproquement, $a$ et $b$ pourront rester constans, ou varier suivant une loi qui ne nous est pas connue.

« Les corps solides et les liquides pouvant conserver leur état sans le secours d'aucune pression extérieure, il faut que la valeur de $p$ puisse être nulle pour une valeur convenable de $\rho$, ce qui exige que les coefficiens $a$ et $b$ soient de signes contraires. En désignant par $\alpha$ cette valeur particulière de la densité, et supposant que $\rho$ devienne $\alpha(1 + \epsilon)$ pour une pression donnée

$P$, $6$ étant une fraction très-petite dont on négligera le carré, on aura

$$a = \frac{3\,P}{4\,\alpha^2\,6}, \qquad b = -\frac{3\,P}{4\,\alpha^{\frac{2}{3}}\,6};$$

où l'on voit que le coefficient $a$ sera positif, et que les valeurs absolues des deux termes de la pression seront très-grandes par rapport à leur différence. Dans les gaz, les coefficiens $a$ et $b$ pourront être de même signe ; et l'expérience prouve que $b$ est positif dans le cas de l'air à la température ordinaire.

« En effet, si l'on combine l'expression de $p$ avec les lois de *Mariotte* et de *M. Gay-Lussac*, qui sont des données certaines de l'observation, on trouve

$$\gamma = 2 - \frac{4\,b}{3\,k^{\frac{1}{3}}\left(1 + \omega\,\theta\right)^{\frac{2}{3}}\,p^{\frac{1}{3}}};$$

$\gamma$ désignant le rapport de la chaleur spécifique d'un poids donné d'air sous une pression constante, à sa chaleur spécifique sous un volume constant ; $\theta$ représentant la température, $\omega$ le coefficient de la dilatation des gaz, et $k$ le rapport de la pression à la densité, qui répond à $\theta = 0$ dans le fluide que l'on considère. Il est évident que $\gamma$ doit surpasser l'unité ; car il faut sans doute une plus grande quantité de chaleur pour élever la température de l'air en le dilatant que pour produire le même effet sans changer son volume. La vîtesse du son observée, dont $\sqrt{\ }$ est un facteur, prouve que $\gamma$ doit être moindre que $2$, et à peu près égale à $\frac{4}{3}$ ; il faudra donc que $b$ soit positif, comme nous l'avons dit. Pour un poids donné d'un même fluide, le coefficient $b$ dépendra uniqunment de la quantité de chaleur ; sa valeur changera, si l'on fait varier successivement la pression $p$ ou la température $\theta$ ; il demeurera constant, si $p$ et $\theta$ varient ensemble, de manière que la quantité de chaleur reste la même ; et alors la différence $2 - \gamma$ variera en raison inverse de la racine cubique du produit $p\,(1 + \omega\,\theta)^2$. »

Le coefficient $b$ doit être positif ou négatif, suivant que la fonction $fr$ qui exprime l'excès de l'attraction sur la répulsion est positive ou négative pour $r = 0$.

Dans le § 5, M. Poisson s'occupe de l'équilibre des fluides. Il explique d'abord les différences qui existent entre les fluides

Digitized by Google

et les solides. « Lorsque la forme d'un corps solide est changée et que ses molécules sont deplacées par des forces quelconques, agissant dans son intérieur ou à sa surface, tous les points matériels qui étaient primitivement situés sur une même ligne droite, d'une longueur insensible, sont encore en ligne droite après leurs déplacemens. Si $M$ et $M'$ sont les centres de gravité de deux molécules extrêmement rapprochées l'une de l'autre, la droite $M M'$ rencontre la même série de molécules dans les deux états successifs du corps; par conséquent l'augmentation ou la diminution de longueur primitive fait connaître la dilatation ou la contraction linéaire du corps suivant la direction $M M'$. Il arrive en général que la contraction, positive ou négative, est différente en différens sens autour d'un même point $M$, et qu'il y a même dilatation dans un sens et contraction dans une autre direction. En même temps, la pression exercée sur un plan passant par le point $M$ varie avec la direction de ce plan; mais dans le cas particulier où la contraction linéaire est la même en tous sens, la pression est aussi la même et normale au plan sur lequel elle s'exerce; et réciproquement, la pression ne peut être normale et constante autour d'un point $M$, sans que la contraction linéaire ne soit aussi la même, suivant toutes les directions autour de ce point.

« Il n'en est plus ainsi relativement aux fluides. Lorsque les molécules d'un fluide homogène ou hétérogène sont sollicitées par des forces données, ou qu'une pression est appliquée à sa surface, il se comprime ou se dilate également en tous sens autour de chacun de ses points. Une droite $M M'$, aussi petite qu'on voudra, qui joint deux points du fluide, ne rencontre plus les mêmes molécules avant et après l'application de ces forces. Une partie des molécules qu'elle traversait d'abord reste sur cette droite; une autre partie s'en écarte de différens côtés, et d'autres molécules viennent s'y ranger: d'où il résulte que l'allongement ou le raccourcissement de la droite $M M'$ ne peut pas faire connaître la dilatation ou la contraction du fluide suivant sa direction, et qu'il est même possible que le fluide change de forme, sans qu'il y ait contraction ou dilatation dans aucune de ses parties, ce qui n'a jamais lieu à l'égard des corps solides. Après les déplacemens de ses molécules, un fluide se trouve donc constitué autour de chaque point $M$, comme il l'était auparavant; et l'on doit se représenter les mo-

Digitized by Google

lécules comprises dans la sphère d'activité de $M$, comme un système qui reste semblable à lui-même, et qui est seulement construit sur une plus petite ou sur une plus grande échelle, en considérant toutefois ce système dans son état moyen, abstraction faite des irrégularités de la distribution des molécules dont il est composé. D'un point $M$ à un autre, la contraction ou la dilatation égale en tous sens varie d'ailleurs, dans l'intérieur du fluide, suivant des lois dépendantes de sa nature et des forces appliquées à ses molécules, ou autrement dit, leur intervalle moyen, tel qu'il a été défini au commencement de ce mémoire, est une fonction des coordonnées du point $M$ auquel il répond, qui dépend de la nature du fluide dans son état naturel, et se change ensuite en une autre fonction, dont la forme résulte de la nature du fluide et des forces données en fonctions de ces mêmes coordonnées.

« Les fluides jouissant de la propriété de se contracter ou de se dilater également en tous sens autour de chacun de leurs points, il s'ensuit que la pression est aussi la même sur tous les plans passant par un même point intérieur, et normale à chacun de ces plans, du moins quand on néglige la variation de la matière du fluide et de l'intervalle moyen de ses molécules, dans l'étendue de leur sphère d'activité. Ainsi qu'on vient de le dire, ces deux propriétés sont liées intimement l'une à l'autre; et la seconde ne peut s'observer, sans que la première ait lieu en même temps. Le principe de l'égalité de pression en tous sens étant regardé comme un fait d'expérience, que l'on a pris jusqu'à présent pour base de l'*hydrostatique*, nous pourrions aussi considérer la propriété des fluides, de se reconstituer toujours semblablement à eux-mêmes autour de chaque point, comme une donnée ou une conséquence nécessaire de l'observation; mais il est bon de se rendre raison, *à priori*, de cette propriété fondamentale des fluides qui les distingue essentiellement des corps solides.

« La propriété dont il s'agit peut être attribuée à la parfaite mobilité des molécules, résultant de ce qu'elles sont sphériques, ou assez éloignées les unes des autres pour que leur forme n'ait aucune influence sensible sur leur action mutuelle, ni par conséquent sur leur arrangement dans l'étendue de la sphère d'activité moléculaire.

Digitized by Google

« Dans les corps solides cristallisés ou non, la cause particulière qui retient les molécules sur les directions où elles sont plus ou moins resserrées ne peut être que la partie de leur action qui dépend de leur forme et de leur situation relatives. Si l'on écarte les molécules par une addition de calorique, cette force secondaire diminue en général plus rapidement que l'autre partie de leur action mutuelle : son effet peut devenir insensible, et le corps passe alors à l'état fluide. Dans les corps qui ne sont pas élastiques, c'est sans doute cette même force secondaire qui maintient les molécules dans les positions où des forces étrangères les ont amenées, et chaque corps sous la forme qu'elles lui ont fait prendre, après même que ces forces ont cessé d'agir. Quoiqu'il en soit, la force secondaire dont il est question, est nécessaire à la stabilité de l'équilibre des molécules dans les corps solides; ce qui n'empêche pas qu'on n'en puisse faire abstraction dans le cas des corps non cristallisés, lorsqu'il s'agit de calculer l'action mutuelle de deux parties de grandeurs insensibles, qui comprennent cependant des nombres extrêmement grands de molécules.

« Si un fluide est en contact avec un corps solide, susceptible d'agir sur ses molécules, cette action produira une compression particulière qui peut se transmettre de proche en proche, jusqu'à une distance extrêmement petite, mais sensible, de la surface du solide, quoique l'action immédiate de ce corps n'ait lieu qu'à une distance insensible. Il se peut que dans l'épaisseur de cette couche, ainsi comprimée, le fluide perde sa fluidité, ou, autrement dit, il est possible que ses molécules soient assez rapprochées les unes des autres, pour que leur forme influe sur leur action mutuelle, comme dans les corps solides. Dans cette hypothèse, la contraction linéaire, et, par suite, la pression moléculaire, n'y seront plus égales en tous sens autour de chaque point; et c'est sans doute ce qui a lieu dans la couche extrêmement mince qui s'attache à un corps mouillé par un liquide et ne coule plus le long de sa surface; ce qui est un effet distinct de l'adhésion apparente, due à la même cause que les phénomènes de la capillarité.

« D'après les différences essentielles entre les solides et les fluides que nous venons de signaler, on conçoit que le problème de l'équilibre ne sera pas le même pour ces deux espè-

Digitized by Google

ces de corps. Dans le cas des solides, il y a trois inconnues qui sont les déplacemens de chaque point intérieur suivant trois directions rectangulaires, et que nous avons précédemment représentées par $u$, $v$, $w$; et au moyen de ces inconnues, on peut satisfaire aux trois équations de l'équilibre communes à tous les points intérieurs, quelles que soient les forces données qui leur sont appliquées. Les valeurs de $u$, $v$, $w$, en fonctions des coordonnées primitives du point $M$ auquel elles répondent, feront connaître la position subséquente de ce même point $M$ considéré isolément. Mais dans le cas des fluides, on voit, par ce qui précède, qu'il n'y aura pas lieu de déterminer le changement de position de chaque molécule isolée: il n'y aura qu'une seule inconnue, savoir, l'intervalle moyen des molécules, pour satisfaire aux trois équations d'équilibre relatives à l'intérieur d'un fluide; et, pour cette raison, l'équilibre ne sera pas possible, à moins que les forces données, en fonctions des coordonnées d'un point quelconque, ne soient telles que ces trois équations se réduisent à une seule; ce qui restreint la généralite de ces fonctions.

« Le problème du mouvement est aussi très-différent dans ces deux cas. Lorsqu'il s'agit d'un corps solide, les équations différentielles du mouvement de ses molécules se déduisent immédiatement de celles de l'équilibre, par le principe général de la dynamique. Mais, relativement aux fluides, il faut avoir égard à une circonstance qui ne peut influer que sur le mouvement, et nullement sur l'équilibre.

« En effet, lorsque les molécules d'un fluide se déplacent, elles emploient un certain temps, quelque petit qu'on le suppose, pour parvenir, autour de chaque point, à une disposition semblable à leur arrangement primitif, et pour exercer de nouveau une pression égale en tous sens. Pendant ce temps très-court, qui peut être néanmoins très-différent pour les différens fluides, la pression n'est pas nécessairement la même suivant toutes les directions; toutefois, il serait impossible de s'en apercevoir dans l'état d'équilibre qui ne s'observe qu'après que cet intervalle de temps est écoulé. Mais, dans le cas du mouvement, la position respective des molécules changeant sans cesse, on comprend que la considération du temps dont il s'agit peut donner lieu à une modification dans le principe de

l'égalité de pression en tous sens et dans la forme des équations différentielles qui s'en déduisent. C'est ce que nous examinerons, lorsqu'il sera question du mouvement des fluides; en attendant, il convient d'observer qu'on ne doit pas confondre l'effet que nous ne faisons maintenant qu'indiquer, avec la viscosité des fluides imparfaits. L'effet dont il est question peut avoir lieu dans les liquides qui n'ont aucune viscosité sensible, et même dans les fluides aériformes, où il est surtout nécessaire d'y avoir égard, lorsque leurs vibrations deviennent extrêmement rapides. La viscosité est ce qui empêche les liquides où elle existe d'exercer, après un intervalle de temps plus ou moins court, une pression égale en tous sens; on peut l'attribuer à une influence de la forme des molécules sur leur action mutuelle, et considérer les liquides visqueux comme une sorte d'intermédiaire entre les corps solides et les fluides parfaits, les seuls dont nous nous occuperons dans la suite de ce mémoire. »

L'auteur calcule la pression due à l'action moléculaire dans un fluide en ayant égard aux variations soit de la matière du fluide soit de l'intervalle moyen de ses molécules, parce que les termes qui en résultent ne sont point insensibles, étant du même ordre de grandeur que la partie de la pression qui dépend de la courbure des surfaces, et à laquelle sont dus, comme on sait, les phénomènes de la capillarité. En tenant compte de ces variations et de la forme de la surface, la pression dans un fluide en équilibre se compose de deux parties, l'une normale à la surface pressée et égale en tous sens autour d'un même point, l'autre qui n'est ni normale à cette figure ni indépendante de sa direction. On prouve par une analyse délicate que les composantes de la seconde partie, agissant sur une portion du fluide de forme quelconque, se détruisent sans le secours d'aucune autre force; en sorte que pour obtenir les équations d'équilibre relatives à l'intérieur d'un fluide, il suffit de considérer, ainsi qu'on le fait ordinairement, la pression normale et égale en tous sens, et les forces données qui agissent sur les molécules.

Dans le § 6 du mémoire, M. Poisson donne les équations relatives à la surface de séparation de deux fluides superposés. Enfin, dans le § 7, il détermine les pressions dans les fluides en mouvement, et donne les équations différentielles de ce mouvement, en se fondant sur les principes exposés plus haut.

Digitized by Google

216. Note sur la résolution des équations numériques; par M. E. Galois.

M. Legendre a le premier remarqué que, lorsqu'une équation algébrique était mise sous la forme

$$\varphi x = x$$

où $\varphi x$ est une fonction de $x$ qui croît constamment en même temps que $x$, il était facile de trouver la racine de cette équation immédiatement plus petite qu'un nombre donné $a$, si $\varphi a < a$, et la racine immédiatement plus grande que $a$, si $\varphi a > a$.

Pour le démontrer, on construit la courbe $y = \varphi x$ et la droite $y = x$. Soit prise une abscisse $= a$, et supposons, pour fixer les idées, $\varphi a > a$, je dis qu'il sera aisé d'obtenir la racine immédiatement supérieure à $a$. En effet, les racines de l'équation $\varphi x = x$ ne sont que les abscisses des points d'intersection de la droite et de la courbe, et il est clair que l'on s'approchera du point le plus voisin d'intersection, en substituant à l'abscisse $a$ l'abcisse $\varphi a$. On aura une valeur plus approchée encore en prenant $\varphi\varphi a$, puis $\varphi\varphi\varphi a$, et ainsi de suite.

Soit F $x = o$ une équation donnée du degré $n$, et F $x = \mathrm{X} - \mathrm{Y}$, X et Y n'ayant que des termes positifs. M. Legendre met successivement l'équation sous ces deux formes

$$x = \varphi x = \sqrt[n]{\frac{\mathrm{X}}{\left(\frac{\mathrm{Y}}{x^n}\right)}} \qquad x = \psi x = \sqrt[n]{\frac{\mathrm{X}}{\left(\frac{x^n}{\mathrm{Y}}\right)}}$$

les deux fonctions $\varphi x$ et $\psi x$ sont toujours, comme on voit, l'une plus grande, l'autre plus petite que $x$. Ainsi, à l'aide de ces deux fonctions, on pourra avoir les deux racines de l'équation les plus approchées d'un nombre donné $a$, l'une en plus et l'autre en moins.

Mais cette méthode a l'inconvénient d'exiger à chaque opération l'extraction d'une racine $n^{\text{ième}}$. Voici deux formes plus commodes. Cherchons un nombre $k$ tel, que la fonction

$$x + \frac{\mathrm{F}\,x}{k\,x^n}$$

croisse avec $x$, quand $x > 1$. (Il suffit, en effet, de savoir trouver les racines d'une équation qui sont plus grandes que l'unité.)

Nous aurons pour la condition proposée

Digitized by Google

$$1+\frac{d\frac{X-Y}{kx^n}}{dx}>0 \quad \text{ou bien} \quad 1-\frac{nX-xX'}{kx^{n+1}}+\frac{nY-xY'}{kx^{n+1}}>0$$

or on a identiquement

$$nX-xX'>0 \qquad nY-xY'>0$$

il suffit donc de poser

$$\frac{nX-X'x}{kx^{n+1}}<1 \qquad \text{pour } x>1$$

et il suffit pour cela de prendre pour $k$ la valeur de la fonction $nX-X'x$ relative à $x=1$.

On trouvera de même un nombre $h$ tel que la fonction

$$x-\frac{Fx}{hx^n}$$

croîtra avec $x$ quand $x$ sera $>1$, en changeant Y en X.

Ainsi l'équation donnée pourra se mettre sous l'une des formes

$$x=x+\frac{Fx}{kx^n} \qquad x=x-\frac{Fx}{hx^n}$$

qui sont toutes deux rationnelles, et donnent pour la résolution une méthode facile.

217. Mémoire sur la théorie de la lumière; par M. Augustin-Louis Cauchy, Lu à l'Académie des sciences le 1er mai, et le 7 et le 14 juin 1830.

J'ai donné le premier, dans les exercices de mathématiques (3e et 4e volume), les équations générales d'équilibre ou de mouvement d'un système de molécules sollicitées par des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle, en admettant que ces forces fussent représentées par des fonctions des distances entre les molécules; et j'ai prouvé que ces équations, qui renferment un grand nombre de coefficiens dépendans de la nature du sytème, se réduisaient, dans le cas où l'élasticité redevenait la même en tous sens, à d'autres formules qui ne renferment qu'un seul coefficient, et qui avaient été primitivement obtenues par M. Navier. J'ai de plus déduit de ces équations celles qui déterminent les mouvemens des plaques et des verges élastiques, quand on suppose que l'élasticité n'est pas la même en tous sens; et j'ai ainsi obtenu des formules qui comprennent, comme cas particuliers, celles que M. Poisson et d'autres géomètres avaient trouvées dans la supposition contraire. L'ac-

cord remarquable de ces diverses formules, et des lois qui s'en déduisent, avec les observations des physiciens, et spécialement avec les belles experiences de M. Savart, devait m'encourager à suivre les conseils de quelques personnes qui m'engageaient à faire des équations générales que j'avais données une application nouvelle à la théorie de la lumière. Ayant suivi ce conseil, j'ai été assez heureux pour arriver aux résultats que je vais exposer dans ce mémoire, et qui me paraissent dignes de fixer un moment l'attention des physiciens et des géomètres.

Les 3 équations aux différences partielles qui représentent le mouvement d'un système de molécules sollicitées par des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle, renferment, avec le temps $t$, et les coordonnées rectangulaires $x$, $y$, $z$ d'un point quelconque de l'espace, les déplacemens $\xi$, $\eta$, $\zeta$ de la molécule $m$ qui coïncide, au bout du temps $t$, avec le point dont il s'agit; ces déplacemens étant mesurés parallèlement aux axes des $x$, $y$, $z$. Les mêmes équations offriront 21 coefficiens dépendans de la nature du système, si l'on fait abstraction des coefficiens qui s'évanouissent, lorsque les masses $m$, $m'$, $m''$, des diverses molécules sont deux à deux égales entre elles et distribuées symétriquement de part et d'autre de la molécule $\mu$ sur des droites menées par le point avec lequel cette molécule coïncide. Enfin ces équations seront du second ordre, c'est-à-dire qu'elles ne contiendront que des dérivées du second ordre des variables principales $\xi$, $\eta$, $\zeta$, et l'on pourra, en considérant chaque coefficient comme une quantité constante, ramener leur intégration à celle d'une équation du sixième ordre qui ne renfermera plus qu'une seule variable principale. Or cette dernière pourra être facilement intégrée à l'aide des méthodes générales que j'ai données dans le 19ᵉ cahier du journal de l'École Polytechnique, et dans le mémoire sur l'application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique. En appliquant ces méthodes au cas où l'élasticité du système reste la même en tous sens, et réduisant la valeur de la variable principale à la forme la plus simple, à l'aide d'un théorème établi depuis long-temps par M. Poisson, on obtient précisément les intégrales qu'a données ce géomètre dans les mémoires de l'Académie. Mais dans le cas général, la variable

Digitized by Google

principale étant représentée par une intégrale définie sextuple, il fallait, pour découvrir les lois des phénomènes, réduire cette intégrale sextuple à une intégrale d'un ordre moins élevé. Cette réduction m'a long-temps arrêté : mais je suis enfin parvenu à l'effectuer, pour l'équation aux différences partielles ci-dessus mentionnée, et même généralement pour toutes les équations aux différences partielles dans lesquelles les diverses dérivées de la variable principale, prises par rapport aux variables indépendantes $x$, $y$, $z$, $t$, sont des dérivées de même ordre. Alors j'ai obtenu, pour représenter la variable principale, une intégrale définie quadruple, et j'ai pu rechercher les lois des phénomènes dont la connaissance devait résulter de l'intégration des équations proposées. Cette recherche a été l'objet du dernier mémoire que j'ai eu l'honneur d'offrir à l'Académie, et qui renferme entre autres la proposition suivante.

Étant donnée une équation aux différences partielles dans laquelle toutes les dérivées de la variable principale relatives aux variables indépendantes $x$, $y$, $z$, $t$, sont de même ordre, si les valeurs initiales de la variable principale et de ses dérivées prises par rapport au temps sont sensiblement nulles dans tous les points situés à une distance finie de l'origine des coordonnées, cette variable et ses dérivées n'auront plus de valeurs sensibles au bout du temps $t$, dans l'intérieur d'une certaine surface, et par conséquent les vibrations sonores, lumineuses, etc., qui peuvent être déterminées à l'aide de l'équation aux différences partielles, se propageront dans l'espace de manière à produire une onde sonore, lumineuse, etc...., dont la surface sera précisément celle que nous venons d'indiquer. De plus on obtiendra facilement l'équation de la surface de l'onde, en suivant la règle que je vais tracer.

Concevons que, dans l'équation aux différences partielles, on remplace une dérivée quelconque de la variable principale prise par rapport aux variables indépendantes $x$, $y$, $z$, $t$, par le produit de ces variables élevées à des puissances dont les degrés soient marqués, pour chaque variable indépendante, par le nombre des différenciations qui lui sont relatives. La nouvelle équation que l'on obtiendra sera de la forme

$$F(x, y, z, t) = 0,$$

Digitized by Google

et représentera une certaine surface courbe. Considérez maintenant le rayon vecteur mené de l'origine à un point quelconque de cette surface courbe; portez sur ce rayon vecteur, à partir de l'origine, une longueur égale au carré du temps divisé par ce même rayon; menez ensuite par l'extrémité de cette longueur un plan perpendiculaire à sa direction. Ce plan sera le plan tangent à la surface de l'onde, et par conséquent cette surface sera l'enveloppe de l'espace que traverseront les divers plans qu'on peut construire en opérant comme on vient de le dire. Au reste, on arrive encore aux mêmes conclusions, en suivant une autre méthode que je vais exposer en peu de mots et que j'ai développée dans mes dernières leçons au collége de France.

Supposons que les valeurs initiales de la variable principale et de ses dérivées prises par rapport au temps ne soient sensibles que pour les points situés à des distances très-petites d'un certain plan mené par l'origine des coordonnées, et dépendent uniquement de ces distances. Cette même variable et ces dérivées ne seront sensibles, au bout du temps $t$, que dans le voisinage de l'un des plans parallèles, construits à l'aide de la règle que nous avons précédemment indiquée. Par conséquent, si les vibrations sonores, lumineuses, etc., sont primitivement renfermées dans une onde plane, cette onde, que nous nommerons élémentaire, se divisera en plusieurs autres dont chacune se propagera dans l'espace, en restant parallèle à elle-même, avec une vitesse constante. Mais ces diverses ondes auront des vitesses de propagation différentes. Si maintenant on conçoit qu'au premier instant plusieurs ondes élémentaires soient renfermées dans des plans divers menés par l'origine des coordonnées, mais peu inclinés les uns sur les autres, et que les vibrations sonores, lumineuses, etc., soient assez petites pour rester insensibles dans chaque onde élémentaire prise séparément; alors, ces vibrations ne pouvant devenir sensibles que par la superposition d'un grand nombre d'ondes élémentaires, il est clair que les phénomènes relatifs à la propagation du son, de la lumière, etc., ne pourront être observés, au premier moment, que dans une très-petite étendue autour de l'origine des coordonnées, et au bout du temps $t$, que dans le voisinage des diverses nappes de la surface qui



Digitized by Google

sera touchée par toutes les ondes élémentaires. Or cette dernière surface sera précisément la surface courbe dont nous avons parlé ci-dessus, et que l'on nomme généralement surface de l'onde.

Cela posé, si l'on considère le mouvement de propagation des ondes planes, dans un système de molécules sollicitées par des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle, on pourra prendre successivement pour variables principales trois déplacemens rectangulaires d'une molécule $m$ mesurés parallèlement aux trois axes d'un certain ellipsoïde qui aura pour centre l'origine des coordonnées, et que l'on construira facilement dès que l'on connaîtra les coefficiens dépendans de la nature du système proposé, et la direction du plan $A\ B\ C$, qui renfermait une onde plane au premier instant. Alors cette onde se divisera en six autres qui auront constamment la même épaisseur que la première, et se propageront avec des vitesses constantes, dans des plans parallèles à $A\ B\ C$. Ces ondes, prises deux à deux, auront des vitesses de propagation égales, mais dirigées en sens contraires. De plus ces vitesses, mesurées suivant une droite perpendiculaire au plan $A\ B\ C$, pour les trois ondes qui se mouvront dans un même sens, seront constantes et respectivement égales aux quotiens qu'on obtient en divisant l'unité par les 3 demi-axes de l'ellipsoïde ci-dessus mentionné. Les points situés hors de ces ondes seront en repos, et si les 3 demi-axes de l'ellipsoïde sont inégaux, le déplacement absolu et la vitesse absolue des molécules, dans une onde plane, resteront toujours parallèles à celui des trois axes de l'ellipsoïde qui sera réciproquement proportionnel à la vitesse de propagation de cette onde. Mais, si 2 ou 3 axes de l'ellipsoïde deviennent égaux, les ondes planes qui se propageront dans le même sens avec des vitesses réciproquement proportionnelles à ces axes, coïncideront, et la vitesse absolue de chaque molécule renfermée dans une onde plane sera, au bout d'un temps quelconque, parallèle aux droites suivant lesquelles les vitesses initiales se projetaient sur le plan mené par les deux axes égaux de l'ellipsoïde, ou même, si l'ellipsoïde se change en une sphère, aux directions de ces vitesses initiales.

Concevons maintenant qu'au premier instant plusieurs ondes planes, peu inclinées les unes sur les autres et sur un certain

Digitized by Google

plan $A\,B\,C$, se rencontrent et se superposent en un certain point $A$. Le temps venant à croître, chacune de ces ondes se propagera dans l'espace, en donnant naissance, de chaque côté du plan qui la renfermait primitivement, à trois ondes semblables renfermées dans des plans parallèles, mais douées de vitesses de propagation différentes; par conséquent le système d'ondes planes que l'on considérait d'abord se subdivisera en trois autres systèmes, et le point de rencontre des ondes qui feront partie d'un même système se déplacera suivant une certaine droite avec une vitesse de propagation distincte de celle des ondes planes. Donc, au bout d'un temps quelconque $t$, le point $A$ se trouvera remplacé par trois autres points dont les positions dans l'espace pourront être calculées pour une direction donnée du plan $A\,B\,C$, et les diverses positions que pourront prendre les trois points dont il s'agit pour diverses directions primitivement attribuées au plan $A\,B\,C$, détermineront une surface courbe à trois nappes, dans laquelle chaque nappe sera constamment touchée par les ondes planes qui feront partie d'un même système. Or cette surface courbe sera précisément celle dont nous avons déjà parlé ci-dessus, et que nous avons nommée surface de l'onde.

Au reste, pour que la propagation des ondes planes puisse s'effectuer dans un corps élastique, il est nécessaire que les coefficiens, ou du moins certaines fonctions des coefficiens renfermés dans les équations aux différences partielles qui représentent le mouvement du corps élastique, restent positives. Dans le cas contraire, les ondes planes ne pourraient plus se propager, et l'on en serait averti par le calcul qui donnerait pour les vitesses de propagation des valeurs imaginaires.

Dans la théorie de la lumière, on désigne sous le nom d'éther le fluide impondérable que l'on considère comme étant le milieu élastique dans lequel se propagent les ondes lumineuses. Le point de rencontre d'un grand nombre d'ondes planes dont les plans sont peu inclinés les uns aux autres est celui dans lequel on suppose que la lumière peut être perçue par l'œil. La série des positions que ce point de rencontre prend dans l'espace, tandis que les ondes se déplacent, constitue ce qu'on nomme un rayon lumineux; et la vitesse de la lumière mesurée dans le sens de ce rayon doit être soigneusement distin-



Digitized by Google

guée, 1° de la vitesse de propagation des ondes planes, 2° de la vitesse propre des molécules éthérées. Enfin l'on appelle rayons polarisés ceux qui correspondent à des ondes planes dans lesquelles les vibrations des molécules restent constamment parallèles à une droite donnée, quelles que soient les directions des vibrations initiales.

Pour plus de généralité, nous dirons que, dans un rayon lumineux, la lumière est polarisée parallèlement à une droite ou à un plan donné, lorsque les vibrations des molécules lumineuses seront parallèles à cette droite ou à ce plan, sans être parallèles dans tous les cas aux directions des vibrations initiales; et nous appellerons plan de polarisation le plan qui renfermera la direction du rayon lumineux, et celle de vitesses propres de molécules éthérées. Ces définitions s'accordent, comme on le verra plus tard, avec les dénominations reçues.

Cela posé, il résulte des principes ci-dessus établis, qu'en partant d'un point donné de l'espace, un rayon de lumière dans lequel les vitesses propres des molécules ont des directions quelconques, se subdivisera généralement en trois rayons de lumière polarisée parallèlement aux trois axes d'un certain ellipsoïde. Mais chacun de ces rayons polarisés ne pourra plus être divisé par l'action du fluide élastique dans lequel la lumière se propage. De plus, le mode de polarisation dépendra de la constitution de ce fluide, c'est-à-dire, de la distribution de ses molécules dans l'espace ou dans un corps transparent, et du plan qui renfermait primitivement les molécules vibrantes. Si la constitution du fluide élastique est telle que les vitesses de propagation des ondes planes deviennent imaginaires, cette propagation ne pourra plus s'effectuer, et le corps dans lequel le fluide éthéré se trouve compris deviendra ce qu'on nomme un corps opaque. Si le corps reste transparent, et si dans ce corps le fluide éthéré se trouve distribué de telle sorte que son élasticité demeure la même en tous sens autour d'un point quelconque, les trois rayons polarisés, dans lesquels se subdivise généralement un rayon quelconque de lumière, seront dirigés suivant la même droite; et, comme la vitesse de la lumière sera la même dans les deux premiers rayons, ceux-ci se confondront l'un avec l'autre. Il ne restera donc alors que deux rayons polarisés, l'un double, l'autre simple, ayant la même

Digitized by Google

direction. Or, le calcul fait voir que dans le rayon simple la lumière sera polarisée suivant la direction dont il s'agit, tandis que dans le rayon double la lumière sera polarisée perpendiculairement à cette direction. Si les vibrations initiales des molécules lumineuses sont renfermées dans un plan perpendiculaire à la direction dont il s'agit, le rayon simple disparaîtra, et les vitesses propres des molécules dans le rayon double resteront constamment dirigées suivant des droites parallèles aux directions des vitesses initiales, de sorte qu'à proprement parler, il n'y aura plus de polarisation. Alors aussi la vitesse de propagation de la lumière sera équivalente à la vitesse de propagation d'une onde plane, et la même en tous sens autour de chaque point. Or, la réduction de tous les rayons à un seul, et l'absence de toute polarisation dans les milieux où la lumière se propage en tous sens avec la même vitesse étant des faits constatés par l'expérience, nous devons conclure de ce qui précède que dans ces milieux les vitesses propres des molécules éthérées sont perpendiculaires aux directions des rayons lumineux, et comprises dans les ondes planes. Ainsi l'hypothèse admise par Fresnel devient une réalité. Cet habile physicien, malheureusement enlevé aux sciences par une mort prématurée, a donc eu raison de dire que dans la lumière ordinaire les vibrations sont transversales, c'est-à-dire perpendiculaires aux directions des rayons. A la vérité, les idées de Fresnel sur cet objet ont été vivement combattues par un illustre académicien dans plusieurs articles que renferment les *Annales de physique et de chimie*, et dont l'un est relatif au mouvement de deux fluides superposés. Suivant l'auteur de ces articles, les vibrations des molécules dans l'éther finiraient par être toujours sensiblement perpendiculaires aux surfaces des ondes que le mouvement produit en se propageant, et dès-lors la polarisation, telle qu'elle a été précédemment définie, deviendrait impossible et disparaîtrait complètement. Alors aussi la surface de l'onde serait toujours un ellipsoïde, et n'offrirait qu'une seule nappe, en sorte que pour expliquer la double réfraction on serait obligé de supposer deux fluides éthérés simultanément renfermés dans le même milieu. Mais on doit remarquer que l'auteur, comme il le dit lui même, avait déduit ces diverses conséquences de l'intégration de l'équation connue

Digitized by Google

aux différences partielles qui représente les mouvemens des fluides élastiques, et de celle qu'on en déduit lorsqu'on suppose inégaux les trois coefficiens des dérivées partielles de la variable principale. Or, ces équations ne paraissent point applicables à la propagation des ondes lumineuses dans un fluide éthéré, et l'accord remarquable de la théorie que je propose avec l'expérience me semble devoir confirmer l'assertion que j'ai déjà émise dans un précédent mémoire sur le mouvement de la lumière; savoir, que les équations différentielles de ce mouvement sont comprises dans celles que renferment les 31 et 32^e^ livraisons des *Exercices de mathématiques*.

Nous allons maintenant appliquer la théorie que nous venons de reproduire en peu de mots à la propagation de la lumière dans les cristaux à un axe ou à deux axes optiques. Pour y parvenir, il ne sera pas nécessaire d'employer les équations générales que nous avons données dans la 31^e^ livraison des *Exercices*, comme propres à représenter le mouvement d'un système de molécules sollicitées par des forces d'attraction ou de répulsion mutuelle, et l'on pourra réduire ces équations aux formules (68) de la page 208 du troisième volume, c'est-à-dire, aux formules qui expriment le mouvement d'un système qui offre trois axes d'élasticité perpendiculaires entre eux. On pourra d'ailleurs supposer qu'aucune force intérieure n'est appliquée au système, et alors les formules dont il s'agit renfermeront seulement le temps $t$, les coordonnées $x$, $y$, $z$, d'une molécule quelconque $m$, ses déplacemens $\xi$, $\eta$, $\zeta$, mesurés parallèlement aux axes coordonnés, et neuf coefficiens $G$, $H$, $I$, $L$, $M$, $N$, $P$, $Q$, $R$, dont les trois premiers seront proportionnels aux pressions supportées, dans l'état naturel du fluide éthéré, par trois plans respectivement perpendiculaires à ces mêmes axes. Les coefficiens dont il est ici question, étant regardés comme constans, on construira sans peine l'ellipsoïde dont les trois axes sont réciproquement proportionnels aux trois vitesses de propagation des ondes planes parallèles à un plan donné, et dirigés parallèlement aux droites suivant lesquelles se mesurent les vitesses propres des molécules éthérées dans ces ondes planes. On pourra aussi déterminer, 1° les directions des trois rayons polarisés produits par la subdivision d'un rayon lumineux dans lequel les vibrations des molécules

auraient des directions quelconques; 2° la vitesse de la lumière dans chacun de ces trois rayons; 3° les diverses valeurs que prendrait cette vitesse, dans les rayons polarisés produits par la subdivision de plusieurs rayons lumineux qui partiraient simultanément d'un même point. Enfin l'on pourra construire la surface à 3 nappes, qui, au bout du temps $t$, passerait par les extrémités de ces rayons, et que l'on nomme la surface de l'onde lumineuse. Quant à l'intensité de la lumière, elle sera mesurée, dans chaque rayon, par le carré de la vitesse des molécules. Cela posé, si l'élasticité du fluide éthéré reste la même en tous sens autour d'un axe quelconque parallèle à l'axe des $z$, on aura,

(1) $$G = H,\ L = M = 3R,\ P = Q;$$

et par conséquent les neuf coefficiens dépendans de la distribution des molécules dans l'espace se réduiront à cinq, savoir : $H$, $I$, $N$, $Q$, $R$. Il y a plus : deux nappes de la surface ci-dessus mentionnée pourront se réduire au système de deux ellipsoïdes de révolution circonscrits l'un à l'autre; et, pour que cette dernière réduction ait lieu, il suffira que la condition

(2) $$(3R - Q)(N - Q) = 4Q^2$$

soit remplie. Enfin l'un des deux ellipsoïdes deviendra une sphère qui aura pour diamètre l'axe de révolution de l'autre ellipsoïde, si l'on suppose

(3) $$H = I;$$

et alors la marche des deux rayons polarisés sera précisément celle qu'indique le théorème d'Huyghens, relatif aux cristaux qui offrent un seul axe optique. Or, l'exactitude de ce théorème ayant été mise hors de doute par les nombreuses expériences des physiciens les plus habiles, il résulte de notre analyse que, dans les cristaux à un axe optique, les coefficiens $H$, $I$, $N$, $Q$, $R$, vérifient les conditions (2) et (3). D'ailleurs l'élasticité du fluide éthéré n'étant, par hypothèse, la même en tous sens qu'autour de l'axe des $z$, il n'est pas naturel d'admettre que l'on ait $G = H = I$, à moins que l'on ne suppose les trois coefficiens $G$, $H$, $I$, généralement nuls. Il est donc très-probable que dans l'éther ces 3 coefficiens s'évanouissent, et avec eux les pressions supportées par un plan quelconque dans l'état naturel. Cette hypothèse étant admise, l'ellipsoïde et la sphère ci-dessus mentionnés seront représentés par les équations

Digitized by Google

$$(4) \qquad \frac{x^2+y^2}{R}+\frac{z^2}{Q}=t^2, \qquad \frac{x^2+y^2+z^2}{Q}=t^2;$$

en sorte que $\sqrt{Q}$ sera le demi-diamètre de la sphère, et $\sqrt{R}$ le demi-diamètre de l'équateur dans l'ellipsoïde. Il importe d'observer que dans les cristaux doués d'un seul axe optique, ces deux demi-diamètres, ou leurs carrés $Q$, $R$, sont toujours très-peu différens l'on de l'autre, et qu'en conséquence l'ellipse génératrice de l'ellipsoïde offre une excentricité très-petite. Il en résulte aussi que la condition (8) se réduit sensiblement à la suivante

$$N = 3\,R,$$

c'est-à-dire à une condition qui est remplie, toutes les fois que l'élasticité d'un milieu reste la même en tous sens autour d'un point quelconque. Ajoutons que l'intensité de la lumière déterminée par le calcul pour chacun des deux rayons polarisés que nous considérons ici, est précisément celle que fournit l'observation. Quant au troisième rayon polarisé, le calcul montre qu'il est très-difficile de l'apercevoir, attendu que l'intensité de la lumière y demeure toujours très-petite quand elle n'est pas rigoureusement nulle. Nous indiquerons plus tard les moyens d'en constater l'existence.

Concevons à présent que, dans le fluide éthéré, l'élasticité cesse d'être la même en tous sens autour d'un axe parallèle à l'axe des $z$. Si l'on coupe la surface de l'onde lumineuse par les plans coordonnés, les sections faites dans deux nappes de cette surface pourront se réduire aux trois cercles et aux trois ellipses représentées par les équations

$$(5) \qquad \left\{ \begin{array}{ll} \dfrac{y^2}{R}+\dfrac{z^2}{Q}=t^2, & \dfrac{y^2+z^2}{P}=t^2, \\ \dfrac{z^2}{P}+\dfrac{x^2}{R}=t^2, & \dfrac{z^2+x^2}{Q}=t^2, \\ \dfrac{x^2}{Q}+\dfrac{y^2}{P}=t^2, & \dfrac{x^2+y^2}{R}=t^2; \end{array} \right.$$

et, pour que cette réduction ait lieu, il suffira que les coefficiens $G$, $H$, $I$ étant nuls, les trois conditions

$$(6) \qquad \left\{ \begin{array}{l} (M-P)(N-P)=4P^2, (N-Q)(L-Q)=4Q^2, (L-R) \\ (M-R)=4R^2, \end{array} \right.$$

toutes trois semblables à la condition (2), soient vérifiées. Il y a plus, si les excentricités des trois ellipses sont assez petites

pour qu'on puisse négliger leurs carrés, les conditions (6) entraîneront la suivante

$$(M-P)(N-Q)(L-R)=(N-P)(L-Q)(M-R)=2PQR.$$

et l'équation de la surface de l'onde lumineuse pourra être réduite à

$$(7)\ \begin{cases} (x^2+y^2+z^2)(Px^2+Qy^2+Rz^2) \\ -[P(Q+R)x^2+Q(R+P)y^2+R(P+Q)z^2]t^2+t^4=0. \end{cases}$$

Or, les trois cercles, les trois ellipses, et la surface du $4^e$ degré représentées par les équations (5), (7), sont précisément celles que Fresnel a données comme propres à indiquer la marche des deux rayons polarisés, aperçus jusqu'à ce jour dans les cristaux à deux axes optiques; et l'on sait d'ailleurs que, dans ces cristaux, les excentricités des ellipses sont fort petites. Donc les conditions (6) doivent y être sensiblement vérifiées. Au reste, il est bon d'observer que, si les excentricités devenaient nulles, ou en d'aures termes, si l'on avait

$$(8)\qquad P=Q=R,$$

les conditions (6) donneraient

$$(9)\qquad L=M=N=3R,$$

et que les conditions (8), (9) sont précisément celles qui doivent être remplies pour que l'élasticité d'un milieu reste la même dans tous les sens.

Quant au troisième rayon polarisé, comme l'intensité de sa lumière est fort petite, il sera généralement très-difficile de l'apercevoir, si ce n'est dans des circonstances particulières que notre théorie nous permettra d'indiquer.

En résumant ce qu'on vient de dire, on voit que, les conditions (6) étant supposées rigoureusement remplies, les sections faites dans la surface de l'onde lumineuse par les plans coordonnés coïncidront exactement avec celles que Fresnel a données. Quant à la surface même, elle sera peu différente de la surface du $4^e$ degré que cet illustre physicien a obtenue, et par conséquent cette dernière est, dans la théorie de la lumière, ce qu'est le mouvement elliptique des planètes dans le système du monde.

Les excentricités des ellipses suivant lesquelles la surface de l'onde lumineuse se trouve coupée par les plans coordonnés étant généralement fort petites pour les cristaux à un seul axe ou à deux optiques, il en résulte qu'on peut déterminer avec

Digitized by Google

une grande approximation, dans ces cristaux, les vitesses de propagation des ondes planes, et les plans de polarisation des rayons lumineux, à l'aide de la règle que je vais indiquer.

Pour obtenir les vitesses de propagation des ondes planes parallèles à un plan donné *A B C*, et correspondantes aux deux rayons polarisés que transmet un cristal un ou à deux axes optiques, il suffit de couper l'ellipsoïde que représente l'équation

$$\frac{x^2}{P}+\frac{y^2}{Q}+\frac{z^2}{R}=1 \tag{10}$$

par un plan diamétral parallèle au plan donné. La section ainsi obtenue sera une ellipse dont les deux axes seront numériquement égaux aux vitesses de propagation des ondes planes dans les deux rayons. De plus, celui de ces deux rayons dans lequel les ondes planes se propageront avec une vitesse représentée par le grand axe de l'ellipse sera polarisé parallèlement au petit axe; et réciproquement le rayon dans lequel les ondes planes se propageront avec une vitesse représentée par le petit axe de l'ellipse sera polarisé parallèlement au grand axe. Si l'on fait coïncider le plan *ABC* avec l'un des plans principaux de l'ellipsoïde, les deux rayons polarisés suivront la même route, et les deux vitesses de la lumière dans ces rayons seront précisément les vitesses de propagation des ondes planes. Par suite les vitesses de la lumière dans les 6 rayons polarisés, dont les directions coïncident avec les 3 axes de l'ellipsoïde, sont deux à deux égales entre elles et à l'un des nombres $\sqrt{P}$, $\sqrt{Q}$, $\sqrt{R}$. Ajoutons que les deux rayons dont la vitesse est $\sqrt{P}$ sont polarisés parallèlement à l'axe des $x$, ceux dont la vitesse est $\sqrt{Q}$ parallèlement à l'axe des $y$, et ceux dont la vitesse est $\sqrt{R}$ parallèlement à l'axe des $z$. Dans le cas particulier où les quantités $P$, $Q$, deviennent égales entre elles, la surface représentée par l'équation (10), ou

$$\frac{x^2+y^2}{Q}+\frac{z^2}{R}=1, \tag{11}$$

est un ellipsoïde de révolution dont l'axe est ce qu'on appelle l'axe optique du cristal. Alors, l'un des demi-axes de la section faite par un plan diamétral quelconque est constamment égal à $\sqrt{Q}$, ainsi que la vitesse de la lumière dans l'un des deux rayons polarisés. Le rayon dont il s'agit est celui qu'on nomme

Digitized by Google

rayon ordinaire, et il se trouve polarisé parallèlement à la droite, qui dans le plan *ABC* forme le plus petit et le plus grand angle avec l'axe optique, tandis que l'autre rayon, appelé rayon extraordinaire, est polarisé parallèlement à la droite d'intersection du plan *ABC* et d'un plan perpendiculaire à l'axe optique. Alors aussi les deux rayons ordinaire et extraordinaire se superposent, quand ils sont dirigés suivant l'axe optique, et se réduisent à un rayon unique qui n'offre plus aucune trace de polarisation.

Lorsque les trois quantités *P*, *Q*, *R*, sont inégales entre elles, l'ellipsoïde représenté par l'équation (10) peut être coupé suivant des cercles par deux plans diamétraux qui renferment tous deux l'axe moyen. Donc les deux rayons polarisés se superposent lorsque les ondes planes deviennent parallèles à l'un de ces plans. Alors, la direction commune des deux rayons est ce qu'on appelle un axe optique. Donc, pour les cristaux dans lesquels l'élasticité de l'éther n'est pas la même en tous sens autour d'un axe, il existe deux axes optiques suivant lesquels se dirigent les rayons qui n'offrent plus aucune trace de polarisation.

Toutes ces conséquences de notre analyse sont conformes à l'expérience, et même, dans des leçons données au Collége royal de France, M. Ampère avait déjà remarqué que la construction de l'ellipsoïde représenté par l'équation (10) fournit le moyen de déterminer les vitesses de propagation des ondes planes et les plans de polarisation des rayons lumineux. Seulement ces plans, que l'on croyait perpendiculaires aux directions des vitesses propres des molécules éthérées, renferment au contraire ces mêmes directions.

Nous ajouterons qu'à l'équation (10) on pourrait substituer la suivante

(12) $$\mathrm{P}x^2 + \mathrm{Q}y^2 + \mathrm{R}z^2 = 1.$$

En effet, les deux sections faites par un même plan dans les deux ellipsoïdes que représentent les équations (10) et (12), ont leurs axes parallèles, et ceux de la seconde section sont respectivement égaux aux quotiens que l'on obtient en divisant l'unité par les axes de la première.

218. SUR LA THÉORIE DES NOMBRES; par M. GALOIS.

(Ce mémoire fait partie des recherches de M. Galois sur la théorie des permutations et des équations algébriques).

Quand on convient de regarder comme nulles toutes les quantités qui, dans les calculs algébriques, se trouvent multipliées par un nombre premier donné $p$, et qu'on cherche dans cette convention les solutions d'une équation algébrique $Fx = o$, ce que M. Gauss désigne par la notation $Fx \equiv o$, on n'a coutume de considérer que les solutions entières de ces sortes de questions. Ayant été conduit par des recherches particulières à considérer les solutions incommensurables, je suis parvenu à quelques résultatsque je crois nouveaux.

Soit une pareille équation ou congruence, $Fx = o$ et $p$ le module. Supposons d'abord, pour plus de simplicité, que la congruence en question n'admette aucun facteur commensurable, c'est-à-dire qu'on ne puisse pas trouver 3 fonctions $\varphi x$, $\psi x$, $\chi x$ telles que

$$\varphi x \,.\, \psi x = Fx + p\chi x.$$

Dans ce cas, la congruence n'admettra donc aucune racine entière, ni même aucune racine incommensurable du degré inférieur. Il faut donc regarder les racines de cette congruence comme des espèces de symboles imaginaires, puisqu'elles ne satisfont pas aux questions de nombres entiers, symboles dont l'emploi dans le calcul sera souvent aussi utile que celui de l'imaginaire $\sqrt{-1}$ dans l'analyse ordinaire.

C'est la classification de ces imaginaires et leur réduction au plus petit nombre possible, qui va nous occuper.

Appelons $i$ l'une des racines de la congruence $Fx = o$, que nous supposerons du degré $\nu$.

Considérons l'expression générale

$$a + a_1 i + a_2 i_2 + \ldots\ldots\ldots + a_{\nu-1} i^{\nu-1} \quad (A)$$

où $a\ a_1\ a_2 \ldots\ldots a_{\nu-1}$ représentent des nombres entiers. En donnant à ces nombres toutes les valeurs, l'expression (A) en acquiert $p^\nu$, qui jouissent, ainsi que je vais le faire voir, des mêmes propriétés que les nombres naturels dans la *théorie des résidus des puissances*.

Ne prenons des expressions (A) que les $p^\nu - 1$, valeurs où $a$ $a_1\ a_2 \ldots\ldots a_{\nu-1}$ ne sont pas toutes nulles : soit $\alpha$ l'une de ces expressions.

Digitized by Google

Si l'on élève successivement $\alpha$ aux puissances $2^e$ $3^e$..., on aura une suite de quantités de même forme (parce que toute fonction de $i$ peut se réduire au $\nu-1^e$ degré). Donc on devra avoir $\alpha^n = 1$, $n$ étant un certain nombre, soit $n$ le plus petit nombre qui soit tel que l'on ait $\alpha^n = 1$. On aura un ensemble de $n$ expressions toutes différentes entr'elles.

$$1 \quad \alpha \quad \alpha^2 \quad \alpha^3 \quad . \quad . \quad . \quad \alpha^{n-1}$$

Multiplions ces $n$ quantités par une autre expression $\beta$ de la même forme. Nous obtiendrons encore un nouveau groupe de quantités toutes différentes des premières et différentes entr'elles. Si les quantités (A) ne sont pas épuisées, on multipliera encore les puissances de $\alpha$ par une nouvelle expression $\gamma$, et ainsi de suite. On voit donc que le nombre $n$ divisera nécessairement le nombre total des quantités (A). Ce nombre étant $p^\nu - 1$, on voit que $n$ divise $p^\nu - 1$. De là, suit encore que l'on aura

$$\alpha^{p^\nu - 1} = 1 \quad \text{ou bien} \quad \alpha^{p^\nu} = \alpha .$$

Ensuite on prouvera, comme dans la théorie des nombres, qu'il y a des racines primitives $\alpha$ pour lesquelles on ait précisément $p^\nu - 1 = n$, et qui reproduisent par conséquent, par l'élévation aux puissances, toute la suite des autres racines.

Et l'une quelconque de ces racines primitives ne dépendra que d'une congruence du degré $\nu$, congruence *irréductible*, sans quoi l'équation en $i$ ne le serait pas non plus, parce que les racines de la congruence en $i$ sont toutes des puissances de la racine primitive.

On voit ici cette conséquence remarquable, que toutes les quantités algébriques qui peuvent se présenter dans la théorie, sont racines d'équations de la forme

$$x^{p^\nu} = x$$

. Cette proposition énoncée algébriquement, est celle-ci. Étant donné une fonction F$x$ et un nombre premier $p$, on peut poser

$$fx \,.\, \mathrm{F}x = x^{p^\nu} - x + p\,\varphi x$$

$fx$ et $\varphi x$ étant des fonctions entières, toutes les fois que la congruence $\mathrm{F}x \equiv o$ (mod. $p$) sera irréductible.

Si l'on veut avoir toutes les racines d'une pareille congruence

Digitized by Google

au moyen d'une seule, il suffit d'observer que l'on a généralement

$$(\mathrm{F}x)^{p^n} = \mathrm{F}(x^{p^n})$$

et que par conséquent l'une des racines étant $x$, les autres seront

$$x^{p} \quad x^{p^2} \quad \ldots\ldots \; x^{p^{\nu-1}} \text{(1)}$$

Il s'agit maintenant de faire voir que, réciproquement à ce que nous venons de dire, les racines de l'équation ou de la congruence $x^{p^\nu} = x$ dépendront toutes d'une seule congruence du degré $\nu$.

Soit en effet $i$ une racine d'une congruence irréductible, et telle que toutes les racines de la congruence $x^{p^\nu} = x$ soient fonctions rationnelles de $i$. (Il est clair qu'ici, comme dans les équations ordinaires, cette propriété a lieu) (2).

Il est d'abord évident que le degré $\mu$ de la congruence en $i$

(1) De ce que les racines de la congruence irréductible de degré $\nu$,

$$\mathrm{F}x = 0$$

sont exprimées par la suite

$$x \quad x^{p} \quad x^{p^2} \; . \, . \; x^{p^{\nu-1}}$$

on aurait tort de conclure que ces racines soient toujours des quantités exprimables par radicaux. Voici un exemple du contraire :

La congruence irréductible

$$x^2 + x + 1 = 0 \qquad (\text{mod. } 2.)$$

donne

$$x = \frac{-1+\sqrt{-3}}{2}.$$

qui se réduit à

$$\frac{0}{0} \qquad (\text{mod. } p)$$

formule qui n'apprend rien.

(2) La proposition générale dont il s'agit ici peut s'énoncer ainsi : étant donnée une équation algébrique, on pourra trouver une fonction rationnelle $\theta$ de toutes ses racines, de telle sorte, que réciproquement chacune des racines s'exprime rationnellement en $\theta$. Ce théorême était connu d'Abel, ainsi qu'on peut le voir par la première partie du mémoire que ce célèbre géomètre a laissé sur les fonctions elliptiques.

Digitized by Google

ne saurait être plus petit que $\nu$, sans quoi la congruence

$$x^{p^\nu-1}-1\equiv 0 \,. \quad (\nu)$$

aurait toutes ses racines communes avec la congruence

$$x^{p^\mu-1}-1\equiv 0$$

ce qui est absurde, puisque la congruence ($\nu$) n'a pas de racines égales, comme on le voit en prenant la dérivée du premier membre. Je dis maintenant que $\mu$ ne peut non plus être $>\nu$.

En effet, s'il en était ainsi, toutes les racines de la congruence

$$x^{p^\mu}=x$$

devraient dépendre rationnellement de celles de la congruence.

$$x^{p^\nu}=x$$

Mais il est aisé de voir que si l'on a

$$i^{p^\nu}=i$$

Toute fonction rationnelle $h=f\,i$ donnera encore

$$(f i)^{p^\nu}=f\left(i^{p^\nu}\right)=f i, \text{ d'où } h^{p^\nu}=4$$

Donc toutes les racines de la congruence $x^{p^\mu}=x$ lui seraient communes avec l'équation $x^{p^\nu}=x$. Ce qui est absurde.

Nous savons donc enfin que toutes les racines de l'équation ou congruence $x^{p^\nu}=x$ dépendent nécessairement d'une *seule* congruence *irréductible* de degré $\nu$.

Maintenant, pour avoir cette congruence irréductible d'où dépendent les racines de la congruence $x^{p^\nu}=x$, la méthode la plus générale sera de délivrer d'abord cette congruence de tous les facteurs communs qu'elle pourrait avoir avec des congruences de degré inférieur et de la forme

$$x^{p^\mu}=x$$

On obtiendra ainsi une congruence qui devra se partager en congruences irréductibles de degré $\nu$. Et comme on sait exprimer toutes les racines de chacune de ces congruences irréductibles au moyen d'une seule, il sera aisé de les obtenir toutes par la méthode de M. Gauss.

Digitized by Google

Le plus souvent, cependant, il sera aisé de trouver par le tâtonnement une congruence irréductible d'un degré donné $\nu$, et on doit en déduire toutes les autres.

Soit pour exemple $p = 7$ $\nu = 3$. Cherchons les racines de la congruence

$$(1) \qquad x^{7^3} = x \qquad (\text{mod. } 7.)$$

J'observe que la congruence

$$(2) \qquad i^3 = 2 \qquad (\text{mod. } 7.)$$

étant irréductible et du degré 3, toutes les racines de la congruence (1) dépendent rationnellement de celle de la congruence (2), en sorte que toutes les racines de (1) sont de la forme

$$(3) \qquad a + a_1 i + a_2 i^2 \quad \text{ou bien} \quad a + a_1 \sqrt[3]{2} + a_2 \sqrt[3]{4}$$

Il faut maintenant trouver une racine primitive, c'est-à-dire une forme de l'expression (3) qui, élevée à toutes les puissances, donne toutes les racines de la congruence

$$x^{7^3-1} = 1 \text{ savoir } x^{2^1.3^2.19} = 1 \qquad (\text{mod. } 7.)$$

et nous n'avons besoin pour cela que d'avoir une racine primitive de chaque congruence

$$x^2 = 1 \qquad x^{3^2} = 1 \qquad x^{19} = 1$$

La racine primitive de la première est $-1$; celles de $x^{3^2} - 1 = 0$ sont données par les équations

$$x^3 = 2 \qquad x^3 = 4$$

ensorte que $i$ est une racine primitive de $x^{3^2} = 1$.

Il ne reste qu'à trouver une racine de $x^{19} - 1 = 0$ ou plutôt de

$$\frac{x^{19} - 1}{x - 1} = 0$$

et essayons pour cela si l'on ne peut pas satisfaire à la question en posant simplement $x = a + a_1 i$, au lieu de $a + a_1 i + a_2 i^2$, nous devrons avoir

$$(a + a_1 i)^{19} = 1$$

ce qui, en développant par la formule de Newton et réduisant les puissances de $a$, de $a_1$ et de $i$ par les formules

$$a^{m(p-1)} = 1 \qquad a_1^{m(p-1)} = 1 \qquad i^3 = 2$$

se réduit à

$$3 \left\{ a - a^4 a_1^3 + 3 (a^5 a_1^2 + a^2 a_1^5) i^2 \right\} = 1$$

d'où, en séparant

$$3a - 3a^4 a^3 = 1, \quad a^5 a_1^2 + a^2 + a_1^2 = 0$$

Ces deux dernières équations sont satisfaites en posant $a = -1$, $a_1 = -1$. Donc

$$-1 - i$$

est une racine primitive de $x^{16} = 1$. Nous avons trouvé plus haut pour racines primitives de $x^2 = 1$ et de $x^{32} = 1$ les valeurs $-1$ et $i$, il ne reste plus qu'à multiplier entr'elles les 3 quantités

$$-1, \qquad i, \qquad -i-1,$$

et le produit $i + i^2$ sera une racine primitive de la congruence

$$x^{7^3-1} = 1$$

Donc ici l'expression $i + i^2$ jouit de la propriété, qu'en l'élevant à toutes les puissances, on obtiendra $7^3-1$ expressions différentes et de la forme

$$a + a_1 i + a_2 i^2$$

Si nous voulons avoir la congruence de moindre degré d'où dépend notre racine primitive, il faut éliminer $i$ entre les deux équations

$$i^3 = 2 \qquad \alpha = i + i^2.$$

On obtient ainsi

$$\alpha^3 + 3\alpha + 1 = 0$$

Il sera convenable de prendre pour base des imaginaires, et de représenter par $i$ la racine de cette équation, ensorte que

$$i^3 + 3i + 1 = 0 \qquad (i)$$

et on aura toutes les imaginaires de la forme

$$a + a_1 i + a_2 i^2$$

en élevant $i$ à toutes les puissances, et réduisant par l'équation $(i)$.

Le principal avantage de la nouvelle théorie que nous venons d'exposer, est de ramener les congruences à la propriété (si utile dans les équations ordinaires) d'admettre précisé ment autant de racines qu'il y a d'unités dans l'ordre de leur degré.

La méthode pour avoir toutes ces racines sera très simple. Premièrement on pourra toujours préparer la congruence donnée $Fx = o$, de manière à ce qu'elle n'ait plus de racines égales, ou en d'autres termes, à ce qu'elle n'ait plus de facteur



Digitized by Google

commun avec $F'x = o$, et le moyen de le faire est évidemment le même que pour les équations ordinaires.

Ensuite pour avoir les solutions entières, il suffira, ainsi que M. Libri paraît en avoir fait le premier la remarque, de chercher le plus grand facteur commun à $F\,x = o$ et à $x^{p-1} = 1$.

Si maintenant on veut avoir les solutions imaginaires du second degré, on cherchera le plus grand facteur commun à $F x = o$ et à $x^{p^2-1} = o$, et en général, les solutions de l'ordre $\nu$ seront données par le plus grand commun diviseur à $F\,x = o$ et à $x^{p^\nu-1} = 1$.

C'est surtout dans la théorie des permutations, où l'on a sans cesse besoin de varier la forme desindices, que la considération des racines imaginaires des congruences paraît indispensable. Elle donne un moyen simple et facile de reconnaître dans quel cas une équation primitive est soluble par radicaux, comme je vais essayer d'en donner en deux mots une idée.

Soit une équation algébrique $f\,x = o$ de degré $p^\nu$; supposons que les $p^\nu$ racines soient désignées par $x_k$, en donnant à l'indice $k$ les $p^\nu$ valeurs déterminées par la congruence $k^{p^\nu} = k$ (mod. $p$).

Prenons une fonction quelconque rationnelle V des $p^\nu$ racines $x_k$. Transformons cette fonction en substituant partout à l'indice $k$ l'indice $(a\,k + b)^{p^r}$, $a$, $b$, $r$ étant des constantes arbitraires satisfaisant aux conditions de $a^{p^\nu-1} = 1$ $b^{p^\nu} = b$ (mod. $p$) et de $r$ entier.

En donnant aux constantes $a$, $b$, $r$ toutes les valeurs dont elles sont susceptibles, on obtiendra en tout $p^\nu\,(p^\nu - 1)\,\nu$, manières de permuter les racines entr'elles par des substitutions de la forme $\left(x_k,\; x_{(a\,k+b)^{p^r}}\right)$, et la fonction V admettra en général par ces substitutions $p^\nu\,(p^\nu - 1)\,\nu$, formes différentes.

Admettons maintenant que l'équation proposée $f\,x = o$ soit telle, que toute fonction des racines invariable par les $p^\nu(p^\nu - 1)\nu$ permutations que nous venons de construire, ait pour cela même une valeur numérique rationnelle.

Digitized by Google

On remarque que dans ces circonstances, l'équation $fx = o$ sera soluble par radicaux, et pour parvenir à cette conséquence, il suffit d'observer que la valeur substituée à $k$ dans chaque indice peut se mettre sous les trois formes

$$\left(ak + b\right)^{p^r} = \left(a\left\{k+b'\right\}\right)^{p^r} = a'\,k^{p^r} + b'' = a'\left(k + b'\right)^{p^r}$$

Les personnes habituées à la théorie des équations le verront sans peine.

Cette remarque aurait peu d'importance, si je n'étais parvenu à démontrer que réciproquement une équation primitive ne saurait être soluble par radicaux, à moins de satisfaire aux conditions que je viens d'énoncer. (J'excepte les équations du 9$^e$ et du 25$^e$ degré).

Ainsi, pour chaque nombre de la forme $p^\nu$, on pourra former un groupe de permutations tel que toute fonction des racines invariable par ces permutations devra admettre une valeur rationnelle quand l'équation de degré $p^\nu$ sera primitive et soluble par radicaux.

D'ailleurs, il n'y a que les équations d'un pareil degré $p^\nu$ qui soient à la fois primitives et solubles par radicaux.

Le théorème général que je viens d'énoncer précise et développe les conditions que j'avais données dans le *Bulletin* du mois d'avril. Il indique le moyen de former une fonction des racines dont la valeur sera rationnelle, toutes les fois que l'équation primitive de degré $p^\nu$ sera soluble par radicaux, et mène par conséquent aux caractères de résolubilité de ces équations, par des calculs sinon praticables, du moins qui sont possibles en théorie.

Il est à remarquer que dans le cas où $\nu = 1$, les diverses valeurs de $k$ ne sont autre chose que la suite des nombres entiers.

Les substitutions de la forme $\begin{pmatrix} x & x \\ k, & ak+b \end{pmatrix}$ seront au nombre de $p\,(p-1)$.

La fonction qui, dans le cas des équations solubles par radicaux, doit avoir une valeur rationnelle, dépendra en général d'une équation de degré $1.2.3\ldots\ldots(p-2)$, à laquelle il faudra par conséquent appliquer la méthode des racines rationnelles.



Digitized by Google

# ASTRONOMIE.

219. Notes extraites d'un voyage scientifique fait en Allemagne en 1829; par M. Quetelet. In-8°. Bruxelles, 1830; Hayez.

M. Quetelet a visité successivement la plupart des observatoires de l'Allemagne dans l'intention de se mettre au courant de l'état de l'astronomie dans ce pays; mais il n'a pu se rendre à Munich, à Vienne et à Kœnigsberg.

M. Quetelet visita d'abord Altona dont l'observatoire a été bâti sous la direction de M. Schumacher. Les massifs pour la pendule et l'instrument méridien sont en briques; on y a pratiqué des ouvertures pour faciliter les desséchement ainsi que dans le cône en maçonnerie établi dans la tourelle; les murs sont doubles et recouverts d'une serge verte. Les pieds des massifs sont entièrement libres, on peut les inspecter très-facilement, et les fondemens ne s'avancent en terre que de 2 à 3 pieds.

Le principal instrument est une lunette méridienne de Reichenbach, de 5 pieds de foyer avec une ouverture de 4 pouces; on observe avec un grossissement de 192 fois, l'axe porte un cercle de 3 pieds pour prendre la déclinaison des astres; on lit les divisions de 2 en 2 secondes, au moyen d'un vernier; l'oculaire porte 11 fils alternativement gros et fins, placés à 10′ de distance environ, estimés selon l'équateur; quand la lunette est verticale, l'oculaire est élevé de 3 pieds environ au-dessus du sol.

L'instrument est muni de contrepoids; les divisions sont faites sur argent et couvertes d'un vernis; la concentricité des cercles permet l'application de ce vernis qu'enleveraient les verniers qui frottent sur le timbre gradue. Le toit glisse d'une seule pièce et découvre les ouvertures quand on a abaissé la gouttière où tombe l'eau qui pénètre par les interstices où se fait la jonction.

L'observatoire étant sur la pente de la colline qui descend

Digitized by Google

vers l'Elbe, des bâtimens placés dans la direction du méridien empêchent d'avoir des mires vers le Nord et le Sud ; on a fait la vérification de l'instrument méridien par la méthode de M. Gauss, par une petite lunette placée à 30 pieds environ et disposée de manière que les rayons parallèles doivent coïncider en direction. M. Schumacher estime que l'on doit rapprocher le plus possible la mire de l'instrument méridien pour écarter les effets des réfractions. La petite lunette est fixée sur un massif de maçonnerie et abritée par un toit; devant est placée l'ouverture par laquelle sortent les rayons émis par une lampe à réflecteur. Pour retourner la lunette M. Schumacher se sert d'un pied à 4 roulettes, glissant sur 2 barres de fer placées à terre parallèlement au méridien ; à la partie supérieure du pied est une traverse en fer qui soulève une vis recevant deux demi-anneaux placés aux extrémités de la lunette qu'elle enlève. La pendule placée sur un massif particulier est de Jurgensen. Un théodolithe de Reichenbach n'est pas à demeure. Le toit est conique et n'a qu'une ouverture qui dépasse le zénith; des fenêtres sont pratiquées à l'est, à l'ouest et au sud, et la porte au nord.

M. Schumacher possède une magnifique collection de théodolithes et d'autres instrumens d'un grand prix, et une dizaine de chronomètres des meilleurs artistes, qui lui ont servi à déterminer les longitudes de quelques lieux et à la triangulation du Danemarck.

M. Quetelet cite aussi un horizon artificiel très-commode et qui consiste en une capsule en cuivre très-évasée, sur laquelle on a fait mordre l'acide nitrique, on y met à peu de profondeur du mercure qui adhère au métal, est moins disposé à se répandre et reprend rapidement son équilibre.

M. Schumacher est chargé de la triangulation du Danemark.

M. Quetelet a profité de son séjour à Altona pour faire des observations sur l'intensité magnétique avec un instrument observé à Bruxelles et construit sur le modèle de celui que le capitaine Sabine tenait de M. Hansteen : il les a consignées dans le Tom. V de sa Correspondance.

On a construit à Hambourg un observatoire sous la direction de M. Repsold. L'horizon vers le nord est entièrement libre ; au

Digitized by Google

sud on ne perd que 1 à 2 degrés : il consiste en deux pavillons et une partie moyenne où sont les instrumens fixes ; dans la partie orientale est l'école de navigation ; la demeure de l'astronome est du côté opposé. Au centre est un pilier creux conique de 30 pieds de haut destiné à porter un instrument parallaxitique et qui soutient en attendant un héliomètre de Fraunhofer. Ce pilier, indépendant de l'édifice, s'élève jusqu'à un toit mobile, les escaliers n'ont point de liaison avec lui.

Les fondemens des piliers des instrumens fixes, des pendules et du pilier conique descendent à 8 pieds dans le sol, ils sont massifs et assez séparés du reste du bâtiment pour éviter toute secousse extérieure.

A la partie moyenne sont deux chambres, dans chacune desquelles est une coupe méridienne pour les instrumens fixes. La lunette méridienne construite par Repsold a 6 pieds de longueur avec un objectif de 4 pouces de diamètre, de Fraunhofer : l'oculaire a deux cercles pour chercher les astres dans le méridien ; le champ est divisé par 7 fils, 2 mobiles, à distance constante, sont mûs par une vis micrométrique ; une mire lointaine sert à vérifier l'instrument.

A Brême, M. Quetelet a visité Olbers qui lui a montré l'instrument qui lui servit à découvrir deux planètes ; c'est un chercheur dont l'objectif est cassé : sa pendule est simple et sans compensation.

A Berlin, l'observatoire construit en 1711 n'est guères susceptible de soutenir l'astronomie à la hauteur où les autres sciences sont portées dans cette université.

Dresde possède une belle collection d'anciens instrumens de mathématiques et de physique. M. Lohrmann fait chez lui des observations astronomiques en attendant que l'on construise un observatoire, et il s'occupe aussi d'observations météorologiques très-importantes.

Leipzig possède un observatoire d'une forme peu avantageuse, qui renferme qnelques beaux instrumens, sous la direction de M. Mœbius. Cet observatoire, construit de 1787 à 1790, est au S.-O. de la ville, sur la grande tour du château Pleissenburg; elle a 63 $\frac{1}{2}$ aunes de Leipzig : à la moitié de sa hauteur c'est un cylindre de 30 aunes de diamètre, dont les murs ont 4 $\frac{1}{2}$ aunes d'épaisseur. Un escalier en hélice très-fatigant, conduit à

Digitized by Google

une salle cylindrique de 23 aunes de diamètre et 11 de hauteur, d'où l'on passe, par 8 ouvertures dirigées vers les points principaux du ciel sur une galerie de 3 aunes de long. Autour de la salle se trouvent six cabinets dirigés deux par deux vers le midi, le levant et le couchant; les quatre derniers contiennent les grands instrumens astronomiques, deux quarts de cercle dirigés l'un vers le nord, l'autre vers le sud, un secteur zénithal et une lunette méridienne; sur la salle est une coupole sur laquelle on a construit un pavillon.

L'observatoire possède une lunette méridienne de Ramsden, un cercle astronomique de Troughton, une pendule de Williams, etc.

En visitant Weimar, M. Quetelet se trouva au 80ᵉ l'anniversaire de Goëthe.

L'observatoire de Gotha est situé sur le Seiberg à ½ lieue de la ville : il a été construit en 1788 par le baron de Zach, il est dirigé maintenant par M. Hausan. Il y a deux parties formées chacune de deux chambres contenant des instrumens anciens, une lunette méridienne de Ramsden, de 8 pieds de foyer, et comportant un grossissement de 80 fois; une autre avec cercle sort des ateliers de Munich. Le cercle est divisé de 5 en 5 minutes; les verniers laissent lire de 4 en 4 secondes, et avec les microscopes on lit les secondes et même les parties de la seconde, et le grossissement est de 150 fois. L'oculaire porte plusieurs fils, entr'autres 5 au milieu dont les distances, estimées selon l'équateur, ne sont que de 6 à 7 secondes de temps. La pendule est placée sur le roc : les fenêtres des coupes méridiennes s'ouvrent d'une seule pièce; on a établi dans le lointain une mire en échiquier, d'après la méthode de Bessel.

L'observatoire de Gœttingue date de 18 ans; il est construit sur le plan de celui de Gotha et est sous la direction de MM. Gauss et Harding. Celui de Francfort est peu important.

M. Quetelet a assisté à Heidelberg à la réunion des savans où ne se trouvaient pour la France que quelques professeurs de Strasbourg, et M. de Férussac.

L'observatoire de Mannheim, construit en 1772, ressemble beaucoup à celui de Berlin; M. Nicolaï le dirige; il possède parmi beaucoup d'autres instrumens, un quart de cercle de Bird, un théodolithe de Ramsden, un cercle de Reichenbach, etc.

Digitized by Google

M. Quetelet termine sa brochure par l'annonce de la mort de Repsold qui a péri dans un incendie, en dirigeant les travaux des pompiers dont il était le chef, et par quelques détails sur cet homme distingué.

---

## PHYSIQUE.

220. De la chaleur et de l'électricité; par M. Thomson, professeur à Glasgow. In-8° de 600 pages.

Ce traité est un abrégé des lectures que l'auteur donne chaque année à Glasgow. Dans l'annonce qui est faite de cet ouvrage dans le *Edinburgh new philosophical journal*, il est dit qu'il n'y a pas d'ouvrages anglais où l'on trouve une si belle et en même temps aussi lumineuse et aussi intéressante exposition des théories de la chaleur et de la lumière.

221. Observations sur le magnétisme de la terre. (*Allg. Zeitung*; mars 1830, n° 74.)

Il a été convenu que les 20 et 21 mars, 4 et 5 mai, et 21 et 22 juin, des observations correspondantes auraient en même temps lieu à Berlin, Freiberg, Paris, Nicolaeff (en Crimée), Saint-Pétersbourg et à Casan. D'après les mesures prises à cet effet par le professeur Kupfer et par l'Académie de Saint-Pétersbourg, la ligne d'observations s'étendra bientôt jusqu'à Pékin et jusqu'à Silka dans l'Amérique russe, et comprendra 220 degrés.

222. Physique mécanique; par E. Fischer. Traduite de l'allemand avec des notes; par M. Biot. 4e édition revue et augmentée. In-8° de 35 feuilles avec 12 pl.; prix, 7 fr. 50 c. Paris, 1830; Bachelier.

L'ouvrage de M. Fischer, apprécié dès la publication de la première édition, fut regardé comme un excellent précis que les notes intéressantes de l'un de nos savans les plus distingués avaient complètement mis au niveau des travaux alors publiés.

Depuis cette époque la science a fait de rapides progrès, et parmi toutes les autres, les découvertes relatives au magnétisme

ont surtout ouvert une carrière nouvelle que M. Ampère a parcourue avec une rare sagacité. Les notes que M. Biot a ajoutées au texte original ne pouvaient manquer de completter cet ouvrage qui est trop connu pour que nous ayons besoin de donner plus d'étendue à cet article. G. de C.

223. Notice sur l'usage des Chambres obscures et des Chambres claires; par C. Chevalier. Broch. in-8° de 100 pag. avec 3 planches. Paris.

Les améliorations importantes que Wollaston fit subir à la Chambre noire par la substitution des verres périscopiques aux miroirs plans employés jusque-là, en ont fait réellement un instrument nouveau. Après avoir décrit la Chambre obscure et donné une idée de son action, M. C. présente une analyse du mémoire de Wollaston à ce sujet, et fait connaître ensuite les améliorations que son père et lui ont apportées à cet instrument par l'emploi d'un prisme mémisque : les rapports de MM. Hachette et Francœur sur leurs chambres perfectionnées remplissent parfaitement ce but; il les cite dans sa brochure.

Quoique moins généralement connue et moins employée, la Chambre claire de Wollaston offre des avantages particuliers que ne peut présenter la Chambre obscure; les perfectionnemens qu'y a apportés M. Amici la rendent un des instrumens les plus précieux et les plus commodes qu'il soit possible d'imaginer. M. C. donne dans sa brochure les mémoires de Wollaston et d'Amici, et y joint des détails sur la disposition et l'emploi de cet ingénieux instrument, qui ne peuvent manquer de mettre à même ceux qui les liront, de s'en servir utilement.

MM. Chevalier père et fils fabriquent avec une grande perfection les Chambres claires et obscures. Les distinctions qu'ils ont reçues aux expositions des produits de l'industrie, et récemment à la Société d'encouragement, prouvent que ces opticiens peuvent être comptés au nombre de nos bons constructeurs d'instrumens.

La brochure qu'a publiée M. C. Chevalier sera utilement consultée par tous ceux qui ont besoin et qui peuvent par agrément se servir d'instrumens aussi commodes que les Chambres claires et obscures qu'ils ont améliorées. G. de C.

Digitized by Google

224. De l'intensité magnétique de la terre déterminée par une aiguille horizontale et par une aiguille d'inclinaison, et de la comparaison des changemens qu'elle éprouve dans le cours de la journée au Spitzberg ( à Treurenburg Bay ); par le cap. H. Forster. ( *Philosoph. Transact.*; 1829, p. 303. )

Le capit. Forster a déjà publié un travail intéressant sur ce sujet dans les Transact. de 1826 ( *Bulletin*, T. VIII, pag. 319 ). Les appareils avec lesquels il a fait ces nouvelles recherches avaient plus de précision que les premiers, et toutes les précautions ont été prises pour assurer l'exactitude des résultats. L'aiguille d'inclinaison, faite avec soin par Dollond, était un parallélepipède de 6 pouces ( anglais ) de longueur, 0,4 de largeur et 0,05 d'épaisseur. L'aiguille horizontale était toute pareille. Les pôles de la première n'ont pas été renversés ( its magnetism was not interfered ).

Les expériences ont été commencées le 30 juillet et continuées jusqu'au 9 août; elles étaient faites à chaque heure pendant douze heures chaque jour, de telle sorte que les 12 heures du 2e jour fussent le complément des 12 heures du premier. On comptait chaque fois 100 oscillations de l'aiguille d'inclinaison, puis 200 oscillations de l'aiguille horizontale, puis enfin 100 oscillations de l'aiguille d'inclinaison après avoir retourné à l'Ouest la face qui était à l'Est dans la première série.

Le cap. Forster a formé le tableau suivant, en prenant la moyenne du temps et des intensités correspondantes à chaque heure de la journée.

Digitized by Google

| AIGUILLE D'INCLINAISON. | | | AIGUILLE HORIZONTALE. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| HEURES, à partir de minuit. | DURÉE DE 100 oscillations. | INTENSITÉ. | HEURES. | DURÉE DE 100 oscillations. | INTENSITÉ. |
| h. m. | | | h. m. | | |
| 0 52... | 291.9 | 1173 | 0 51 .. | 620.5 | 2597 |
| 1 49... | 291.8 | 1174 | 1 46... | 620.0 | 2601 |
| 2 48... | 291 8 | 1174 | 2 48... | 620.0 | 2601 |
| 3 44... | 291.7 | 1175 | 3 44... | 620.6 | 2596 |
| 4 46... | 292.1 | 1172 | 4 45... | 619.8 | 2603 |
| 5 48... | 292.2 | 1171 | 5 46... | 619.3 | 2607 |
| 6 47... | 292.2 | 1171 | 6 46... | 620.4 | 2598 |
| 7 40... | 292 7 | 1167 | 7 41... | 620.6 | 2596 |
| 9 16... | 292.6 | 1168 | 9 22... | 618.3 | 2616 |
| 10 00... | 292.9 | 1166 | 10 02. . | 618.0 | 2618 |
| 10 52... | 292.8 | 1167 | 10 54... | 617.1 | 2626 |
| 11 47.. | 293.0 | 1165 | 11 49... | 615.9 | 2636 |
| 0 47... | 293.1 | 1164 | 0 46... | 615.9 | 2636 |
| 1 50... | 293.1 | 1164 | 1 48... | 616.8 | 2629 |
| 2 47... | 293.4 | 1161 | 2 47... | 618.9 | 2611 |
| 3 40... | 293.3 | 1162 | 3 41... | 618 9 | 2611 |
| 5 43... | 292 3 | 117[illegible] | 5 47 . | 617.8 | 2620 |
| 6 43... | 293.0 | 1165 | 6 44... | 618 8 | 2612 |
| 8 7... | 292.4 | 1170 | 8 7... | 618.9 | 2611 |
| 8 53... | 292.5 | 1169 | 8 52 .. | 618.8 | 2612 |
| 9 51... | 292 1 | 1172 | 9 52... | 618.2 | 2617 |
| 10 49... | 292.2 | 1171 | 10 52... | 618.8 | 2612 |
| 11 47... | 292.0 | 1173 | 11 48 . | 619 3 | 2607 |

Il résulte en effet de ce tableau, comme le conclut le cap. Forster,

1° Que l'intensité magnétique est différente aux différentes heures de la journée, soit qu'on la détermine par une aiguille d'inclinaison ou par une aiguille horizontale;

2° Que le maximum d'intensité donnée par l'aiguille horizontale correspond au minimum de l'intensité donnée par l'aiguille d'inclinaison, et vice versâ.

Le capit. Forster explique ce résultat en attribuant à l'*axe* magnétique de la terre un mouvement diurne de rotation dont on peut même calculer l'amplitude.

Cette explication est séduisante, et il est bon de la donner dès à-présent; mais le fait lui-même repose sur des quantités si petites et si difficiles à observer, que les physiciens ne s'accorderont sans doute à en admettre la réalité, d'une manière définitive, que d'après des expériences souvent répétées, dans des lieux différens et dans chaque lieu avec au moins des appareils semblables.

Digitized by Google

225. Sur l'influence magnétique des rayons solaires; par G. H. Christie. (*Philos. Transact.*; 1829, p. 379.)

M. Christie a déjà publié un mémoire sur ce sujet (*Bulletin*, Tom. VII, pag. 299); il avait reconnu alors que la vitesse d'oscillation d'une aiguille aimantée est un peu plus grande à la lumière solaire qu'à l'ombre, et qu'elle arrive bien plus vite au repos dans le premier cas que dans le second.

Le nouveau travail de M. Christie vient à l'appui de ce résultat singulier. Il se compose d'un grand nombre de tableaux d'expériences qui semblent faites avec soin. Mais tout en applaudissant à ses efforts, on regrettera sans doute qu'ils ne conduisent pas encore à une conclusion définitive.

M. Christie termine son mémoire en disant qu'une partie de l'effet que l'on observe est due peut-être à l'influence des courans d'air, et qu'il est fort difficile de découvrir la cause de l'autre partie. Il se demande si l'on ne pourrait pas l'attribuer à ce que la lumière offre de la résistance au fluide magnétique, ou peut-être à ce que les rayons lumineux deviennent magnétiques en passant près des aimans. Quelques expériences directes qu'il a tentées dans cette vue, ne lui ont pas encore donné un résultat satisfaisant.

226. Expériences sur les variations auxquelles sont sujets les aimans exposés a la lumière solaire; par le prof. Zantedeschi. (*Biblioth. univers.*; nov. 1829, p. 193.)

M. Z. avait reconnu, vers la fin de 1825, que des aiguilles de fer, dépourvues de tout magnétisme sensible, suspendues sous une cloche de verre par un fil de cocon très-fin, et exposées par une de leurs extrémités à la lumière concentrée par une lentille, se soustrayaient bientôt à l'action du soleil, en tournant cette extrémité vers le nord dans le plan du méridien magnétique. Ce fait a été publié par d'autres physiciens, et M. Z. n'a repris ce travail qu'au commencement de 1829. Ces résultats sont en grande partie les mêmes que ceux de MM. Barlocci et Christie : voici quelques résultats particuliers qu'il a obtenus.

Un aimant artificiel en fer à cheval, qui portait 15 onces $\frac{1}{2}$, exposé au soleil pendant 3 heures, a porté $\frac{1}{2}$ once de plus, et, en continuant l'exposition, il porta jusqu'à 31 onces. Le temps

sec ou couvert n'a pas exercé d'influence, et les résultats ont été analogues avec des aimans naturels de diverses forces.

M. Z. a remarqué que l'exposition au soleil augmente la force des aimans oxidés et affaiblit ceux qui ne le sont pas, à moins qu'ils ne soient polis de manière à réfléchir la lumière comme un miroir. Un aimant oxidé ou non, dont le pôle nord est exposé au soleil, acquiert de la force : quand c'est le pôle sud, il en perd. L'augmentation de force, dans le 1er cas, est moindre que la perte dans le second, et les variations sont plus grandes pour les aimans oxidés que pour les autres. Dans plus de 60 expériences, l'accroissement des forces fut de 1, 2 et 3 $\frac{3}{4}$ onces, et la diminution 3 $\frac{1}{2}$, 5 et 5 $\frac{1}{2}$ onces. Des aimans oxidés ont acquis une force double, ce qui n'a pas eu lieu pour les autres. Le refroidissement est une circonstance favorable à l'augmentation de force de l'aimant.

M. Z. ne cache pas qu'il a observé souvent des anomalies dont il lui a été impossible de trouver la cause. Un fait qui l'a beaucoup surpris, est que quand le soleil est légèrement couvert d'un voile inégal, le pôle sud présente une augmentation et le pôle nord une diminution de forces.

Comme le soleil agit aussi en échauffant, pour éviter l'objection que l'on pourrait faire à cet égard, M. Z. a prouvé qu'une brique chaude, mais non lumineuse, placée au-dessous d'un aimant, affaiblissait immédiatement son action.

M. Z. a réussi, avec une aiguille de cuivre de 1 pied, à vérifier le résultat annoncé par M. Christie, qui avait annoncé qu'une lame de ce métal, placée près d'une aiguille, sous l'influence des rayons solaires, diminuait les arcs d'oscillations. Les résultats dans les jours couverts étaient inverses, comme dans les expériences précédentes.

---

## MÉTÉOROLOGIE.

227. Sur les phénomènes et les causes des orages de grêle; par D. Olmsted. (*Americ. Journ. of science*; janvier à mars 1830, p. 1.)

Les orages de grêle se présentent sous deux formes diffé-

Digitized by Google

rentes, ce sont quelquefois simplement des gouttes de pluie congelées qui ne sont accompagnées d'aucun phénomène extraordinaire et que l'on peut supposer formées par le passage des gouttes de pluie au travers d'une région plus froide que celle des nuages. Mais dans d'autres cas, les grêlons sont très-gros et quelquefois d'un volume énorme, et leur chute est accompagnée des phénomènes les plus remarquables. En comparant la description d'un grand nombre d'orages de grêle, M. Olmsted pense que les propositions suivantes embrassent les faits les plus importans :

1° Les grêles violentes sont caractérisées par la réunion de tous les élémens des tempêtes.

2° Elles sont confinées principalement dans les zônes tempérées.

3° Les grêles les plus violentes se présentent particulièrement pendant la moitié la plus chaude de l'année, et plus fréquemment dans les mois les plus chauds.

4° Les grêlons qui tombent pendant le même orage sont beaucoup plus petits sur le sommet des montagnes que dans les plaines environnantes.

5° Quoique les grêlons aient différentes formes, ils présentent fréquemment au centre un noyau blanc et poreux, tandis que les autres parties consistent en couches de glace transparente ou opaque, ou alternativement transparente et opaque.

6° Un orage de grêle, pendant la saison la plus chaude, est souvent suivi de froid.

Les grêlons d'un gros volume tombent avec beaucoup moins de force que des pierres de même dimension; M. Olmsted pense que l'on peut expliquer ce fait par l'idée que le noyau recevant sans cesse un accroissement à mesure qu'il descend, la vapeur aqueuse qui le lui communique opère un obstacle à sa marche et la retarde.

228. Sur l'état atmosphérique de Würtemberg en 1828; par G. Schübler. (*Jahrbuch der Chemie und Physik;* 1830, vol. I, cah. 3.)

1. *Changement dans la pression de l'air.*

Les résultats, réduction faite à +15° Réaum., sont les suivans :

État barométrique pour toute l'année.

| Moyen. | Maxim. | Minim. | Variat. mens. |
|---|---|---|---|
| 27.4,896 lig. | 27.11,04. | 26.7,55. | 16.49. lig. |

Le minimum de la hauteur barométrique a eu lieu au mois de juillet, le maximum au mois de décembre. Dans les mois de janvier, juin, septembre, octobre, novembre, décembre, le baromètre était au-dessus de la moyenne hauteur, et au-dessous dans les 6 autres mois. La moyenne hauteur de toute l'année était à peu près la même que celle des 4 années précédentes prise au même lieu; cette moyenne réduction faite à +10 a été à Stuttgart dans les années

1825. = 27.4,843 lig.
1826. = 27.4,710
1827. = 27.4,133
1828. = 27.4,515

La moyenne pour les quatre années a été 27.4,550 lig.

2. *Vents régnans.*

Les vents qui ont régné pendant cette année étaient ceux d'ouest. L'auteur comprend sous cette dénomination ceux d'ouest, de nord-ouest et de sud-ouest. Ces vents ont soufflé surtout pendant les mois de mars, juillet et août; ceux d'est, au contraire, pendant les mois de septembre, novembre et décembre. C'est pendant ce dernier mois que le baromètre a atteint sa plus grande hauteur mensuelle pour l'année; son plus grand abaissement eut lieu au mois de juillet, durant la fréquence extraordinaire des vents du sud.

3° *Quantité de pluie et de neige.*

La quantité de pluie et de neige qui tomba pendant l'année se rapproche de la moyenne calculée pour un grand nombre d'années dans notre pays. La quantité moyenne mensuelle de pluie a été, addition faite pour 8 contrées différentes, en

| | | | |
|---|---|---|---|
| Janvier | 1547 pouc. cub. | Juillet | 3056 pouc. cub. |
| Février | 1828 | Août | 4298 |
| Mars | 2173 | Sept. | 1399 |
| Avril | 2106 | Oct. | 1399 |
| Mai | 1877 | Nov. | 915 |
| Juin | 2728 | Déc. | 1605 |

C'est donc en août et ensuite en juillet, qu'il y eut les plus fortes pluies; elles furent beaucoup moindres en novembre.

Digitized by Google

En résumé, la quantité de pluie fut moins considérable dans l'an 1828 qu'en l'an 1827.

4. *Moyenne de la quantité quotidienne de pluie pour les différentes saisons.*

Cette quantité a été pour les 24 heures en

| | | |
|---|---|---|
| hiver | 20,0 pouc. cub. sur 1 pi. carré ou | 1,66 lig. de Paris. |
| printemps | 19,1 | 1,59 |
| été | 30,8 | 2,56 |
| automne | 24,0 | 2,00 |

La plus grande quantité tomba donc pendant la saison chaude, et la moindre au printemps et en hiver. La hauteur moyenne de la pluie tombée dans les 24 heures en été est de 2 $\frac{1}{2}$ lig. de Paris; pour le printemps et l'hiver à peu près 1 $\frac{1}{2}$; terme moyen, pour toutes les saisons, 2 lig. de Paris ou plus exactement 1,95. Elle a été beaucoup plus grande à certains jours, surtout par des temps orageux.

5. *Quantité de pluie tombée par les différens vents.*

En comparant les quantités de pluie tombées par les différens vents, on trouve des différences assez constantes pour certaines contrées, et l'on détermine ainsi les vents de pluie pour ces contrées, de même que les vents les plus ordinairement secs.

Voici un tableau qui est le résultat des observations de M. Binder, à Giengen, pendant ces 6 dernières années : les chiffres indiquent les pouces cubiques de pluie tombée pendant les années, sur un pied carré de Paris, sous l'influence des vents indiqués.

| Vents. | 1823. | 1824. | 1825. | 1826. | 1827. | 1828. | Somme de 6 ans. | Proportion pour 1000 pouc. cubiqu. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N.... | 60 | 344 | 118 | 53 | 141 | 46 | 762 | 33,3 |
| N.-E... | 164 | 196 | 119 | 145 | 249 | 47 | 920 | 40,2 |
| E.... | 97 | 172 | 52 | 13 | 68 | 70 | 472 | 20,7 |
| S.-E... | 0 | 15 | 47 | 78 | 62 | 29 | 232 | 10,1 |
| S. ... | 235 | 230 | 146 | 131 | 226 | 87 | 1055 | 46,1 |
| S.-O... | 691 | 1171 | 885 | 386 | 1275 | 892 | 5300 | 231,7 |
| O.... | 2058 | 2310 | 1215 | 1349 | 2109 | 1848 | 10888 | 476,0 |
| N.-O... | 319 | 778 | 375 | 541 | 924 | 307 | 3244 | 141,8 |

Les plus fortes pluies eurent donc lieu pendant ces six années par le vent d'ouest et ensuite par celui de sud-ouest; les moindres

Digitized by Google

par ceux de sud-est et d'est. La direction moyenne des vents qui furent les plus pluvieux, serait ainsi pour Giengen 85°,23', c'est-à-dire celle de l'ouest avec une déviation de 4°,37' vers le sud-ouest.

En recherchant le nombre de jours pluvieux par les différens vents et en lui comparant les quantités de pluie tombées sous l'influence de ces vents, on trouve les différentes densités de la pluie pendant la durée de ces vents. WEB.

229. OBSERVATIONS SUR LA FORME ET LA DENSITÉ DE LA NEIGE; par M. QUETELET. (*Correspond. Mathém. et Phys.*; Tom. VI, p. 213.)

On trouve dans l'*Introductio ad philosophiam naturalem* de Musschembrœck les observations des anciens physiciens sur la densité de la neige et la forme hexagonale et variée de ses cristaux. M. Scoresbi a figuré dernièrement 48 de ses variétés. M. Quetelet a cherché s'il n'existait pas de relation entre la forme et la densité; et prenant pour unité le volume d'eau provenue de la fusion de la neige, la densité de celle-ci est l'unité divisée par le volume. Voici quelques résultats qu'il a obtenus.

| DATES. | TEMP. R. | VOLUME. | FORMES. |
|---|---|---|---|
| 25 novembre 1829... | + 0,5 | 5,60 | flocons informes. |
| 16 décembre. ...... | . 0, | 7,00 | neige fine sans forme détermin. |
| 19 id. ............ | — 0,8 | 7,50 | |
| 20 id. ............ | — 1,5 | 14 | |
| 21 id. ............ | — 1,0 | 8,18 | informe. |
| 24 id. ............ | — 4,0 | 6,16 | id. |
| 25 id. ............ | — 4,5 | 7,78 | |
| 10 janvier 1830..... | + 1,0 | 2,80 | la neige fond en tombant. |
| 12 id. ............ | — 1,3 | 10,00 | très-petites étoiles. |
| 13 id. ............ | — 3,3 | 10,00 | id. |
| 15 id. ............ | — 6,0 | 12,00 | id. |
| 6 février id. ...... | — 10,0 | 8,80 | |
| 17 id. ............ | + 0,3 | ........ | gros flocons qui fondent. |

## CHIMIE.

230. HANDWÖRTERBUCH DER CHEMIE. — Dictionnaire manuel de Chimie, d'après les nouvelles théories et d'après leur application aux arts, à l'industrie, aux fabriques, ainsi qu'à la

pharmacie, à la médecine, etc., rédigé d'après le Dictionnaire de chimie, par Brismoutier, Le Coq et Boisduval, et d'après les nouvelles découvertes; par le Dr Henri LENG. In-8° de 478 p.; prix, 2 thal. Ilmenau, 1828; Voigt. (*Allg. Literatur Zeitung*, févr. 1830, p. 295.)

Cet ouvrage renferme un grand nombre d'additions aux articles du Dictionnaire français qui a servi de texte à son auteur. On y trouve aussi les nomenclatures latine, anglaise et française.

231. ÉLÉMENS DE CHIMIE PRATIQUE, comprenant une série d'expériences dans toutes les branches de la chimie, avec des indications pour les exécuter et pour la préparation et l'application des réactifs les plus importans; par David BOSWELL REID. 1 vol. in-8° de 552 p. Edinburgh., 1830. (*Edinb. new philos. Journ.*, janvier 1830, p. 175.)

L'auteur de cet ouvrage, connu en Angleterre par la publication d'un bon traité populaire de chimie et par un mémoire explicatif de son échelle des équivalens chimiques, dans laquelle l'hydrogène est pris pour base, est aidé du professeur Hope et chargé de la surveillance des travaux de chimie pratique. Cette position l'a mis à même de publier un ouvrage dans lequel on trouve une grande masse de faits qui sont renfermés dans de justes bornes et exposés avec beaucoup de clarté.

Le but de l'auteur est de décrire une série d'expériences avec assez de détails pour qu'un étudiant ne puisse être arrêté en les répétant, et qu'il puisse acquérir en même temps l'habitude de manipulations exactes. Il fallait un ouvrage plus détaillé que celui de M. Faraday, M. Reid s'est chargé de ce soin.

L'ouvrage est divisé en deux parties: la 1re renferme une série d'expériences sur les diverses substances chimiques que la nature nous présente. La 2e contient plusieurs sujets importans avec lesquels l'étudiant doit se familiariser, et une description de divers appareils et des objets nécessaires pour faire les expériences.

Voici la division de l'ouvrage :

1re partie, 1re division. *Substances simples.*

Classe 1re, substances simples non métalliques et leurs combinaisons.

Digitized by Google

2e classe. Métaux et leurs combinaisons avec les substances non métalliques et entr'eux.

2e division. *Substances végétales et animales.*

2e partie, 1re classe. Description d'une échelle perfectionnée d'équivalens chimiques. 2. Appareils divers. 3. Luts. 4. Chalumeau. 5. Réactifs. 6. Electricité et galvanisme. 7. Batterie galvanique. 8. Acidimétrie et alcalimétrie. 9. Moyen de déterminer les densités. 10. Table des poids et mesures, correspondance entre les thermomètres, mélanges réfrigérens.

Un grand nombre d'excellentes planches en bois et de diagrames construits sur un nouveau plan facilitent beaucoup l'intelligence du texte.

232. Traité de Chimie, par J.-J. Berzélius, traduit par M. Esslinger. 1re partie : Chimie minérale, Tom. II. Paris, 1830; Firmin Didot.

Le premier volume de cette traduction a paru il y a déjà fort long-temps (Voy. *Bull.* XI, 232 ); le retard qu'a éprouvé la publication du 2e, au lieu d'être d'un mauvais présage, assure au contraire la fidélité de la traduction, dont le soin est confié dorénavant à un jeune chimiste dont les connaissances sont hors de doute, et M. Berzélius lui-même revoit les épreuves qui lui sont envoyées à Stockholm : si la distance qu'elles doivent parcourir donnent lieu à quelques retards dans la publication de l'ouvrage, on sent facilement d'un autre côté tout l'avantage qui en résulte pour les lecteurs : aussi le sacrifice que les éditeurs ont fait du 2e volume prêt à paraître et du 3e très-avancé qui ont été entièrement détruits, doit engager tous ceux qui s'occupent de chimie à souscrire pour cet important ouvrage dont ils sont sûrs d'avoir une bonne traduction.

Dans ce volume, M. Berzélius, étudie les oxacides et les oxides. Les premiers sont divisés en oxacides à radicaux simples et à radicaux composés, et en hydracides aussi à radicaux simples et composés.

La 1re division comprend les acides du soufre, les acides et les oxides du nitrogène, les acides et les oxides du chlore, l'acide bronique, l'acide iodique, les acides et les oxides du charbon, l'acide borique et l'acide silicique.

La 2e renferme les acides nitrique, lactique, citrique,



Digitized by Google

malique, benzoïque, gallique, malique, formique, succinique, et les acides du cyanogène.

Dans la 3e se trouvent les acides hydrochlorique, hydrobromique, hydriodique, hydrofluoriques et le sulfide hydrique.

Enfin la 4e est formée des acides hydrocyaniques, hydrosulfocyaniques et hydrohypersulfocyaniques.

M. Berzélius n'admet pas l'existence de l'acide hypophosphorique qui ne paraît être en effet qu'une combinaison de deux acides; il admet au contraire comme acide chloreux le peroxide de chlore obtenu en traitant le chlorate de potasse par l'acide sulfurique : il ne reconnaît qu'un seul oxide de chlore que l'on prépare en décomposant le même sel par l'acide hydrochlorique.

M. Berzélius étudie l'acide oxalique après l'acide carbonique, et en effet sa composition ne permet plus de le placer dans une partie du système, et plusieurs autres substances que l'on étudiait autrefois dans la chimie organique, devront dorénavant être classées au nombre des composés inorganiques, tels sont l'acide croconique, les hydro-carbures que l'on étudiait précédemment avec les huiles, etc.

La silice joue si évidemment le rôle d'acide, qu'elle doit être placée au nombre de ces composés, et son importance dans les substances minérales la rend surtout une des substances les plus importantes.

M. B. annonce qu'il n'étudiera que les acides organiques les plus importans qu'il place à la suite des oxacides. C'est une marche rationnelle en prenant l'analogie de propriétés pour base du système; mais en prenant la composition comme l'a fait M. B. pour le reste des corps, tous les acides ne devraient pas se trouver réunis; cependant leur réunion présente quelque avantage, et sous ce rapport, il est bon de ne pas séparer les acides d'origine et de composition organiques, de ceux que donne le règne minéral.

Après les acides, M. B. place les métaux dont il étudie d'abord les propriétés générales, puis d'une manière générale aussi, les combinaisons avec l'oxigène, le soufre, le phosphore, le carbone et l'hydrogène, les alliages, et enfin l'état naturel, la préparation et les moyens d'éprouver la richesse des minerais. A la suite de ces articles, M. B. pose cette ques-

Digitized by Google

tion : *Les métaux sont-ils simples?* Et il établit que dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible de résoudre cette question, quoique la nature composée de l'*ammonium* dont il admet l'existence, rende douteuse la simplicité des autres métaux, et que les expériences de Schrader, Braconnot, Graff, etc., puissent faire croire que quelques métaux se forment dans la végétation.

La 1[re] division des métaux renferme les métaux électropositifs dont les oxides forment des alcalis ou des terres; voici l'ordre dans lequel M. B. les a rangés : Potassium, sodium, lithium, ammonium, barium, strentium, calcium, magnesium, aluminium, glucium, yttrium, zirconium, thorinium.

M. B. admet l'existence de l'*ammonium* : l'article étendu qu'il consacre à la discussion de sa nature est d'un grand intérêt; et quoiqu'il ne prouve pas entièrement l'existence de ce métal, la réunion des faits qu'il apporte à l'appui de son opinion, doit au moins décider à ne pas se prononcer pour une opinion contraire, jusqu'à ce que l'expérience ait apporté de nouvelles lumières dans un sujet si difficile, mais dont l'intérêt est immense quand on pense aux conséquences que l'on pourrait en tirer.

La 2[e] division est formée par les métaux électro-négatifs, qui forment de préférence des acides avec l'oxigène : elle comprend le sélenium, l'arsenic, le chrôme, le molybdène, le tungstène, l'antimoine, le tellure, le tantale et le titane.

L'histoire de chaque métal est complète, et comprend les diverses combinaisons qu'il peut former avec l'oxigène et les métalloïdes; présentée de cette manière, elle offre cet avantage, que l'on n'a pas besoin de recourir à plusieurs parties du même ouvrage pour connaître un métal dont on désire connaître les propriétés.

Il ne reste maintenant à faire qu'un souhait, relatif à la prompte publication des autres parties de l'ouvrage; ce serait une chose très-importante qu'il pût être livré tout entier d'ici à la fin de l'année; les dispositions qu'ont prises les éditeurs doivent faire espérer que rien ne retardera dorénavant la publication. G. de C.

233. Traité de chimie appliquée aux arts; par M. Dumas. Tom. II, in-8°, avec un atlas de 38 feuilles. Paris, 1830; Béchet jeune.

Digitized by Google

Lorsque nous annoncions le 1er vol. de cet ouvrage (voyez *Bullet.*, XI, 119), nous ne pensions pas que nous serions si long-temps à pouvoir parler du second, c'est un reproche que l'on fait de toutes parts à l'auteur, et nous ne pouvons que l'exprimer hautement; c'est un inconvénient grave que les diverses parties d'un même ouvrage paraissent à des époques si éloignées, et nous souhaitons que M. D. nous mette à même de ne lui pas renouveler ce reproche. Du reste, si ce volume s'est fait attendre beaucoup trop long-temps, les objets importans qui y sont traités, et l'intérêt que présentent un grand nombre des articles qu'il renferme, dédommageront les lecteurs, et les réconcilieront sans aucun doute avec l'auteur.

Nous avions, dans notre premier article, loué M. D. d'avoir donné une assez grande étendue à des détails scientifiques, quoiqu'ils ne paraissent pas du domaine immédiat de son sujet; mais il nous a semblé que dans le volume que nous annonçons, l'auteur a trop donné aux détails de théorie et de composition atomique pour le titre qu'il a choisi à son ouvrage : on ne peut, il est vrai, faire un ouvrage appliqué aux arts, destiné à procurer à ceux qui le lisent une solide instruction chimique, sans entrer dans quelques détails purement scientifiques, et sans étudier les corps de la préparation en grand et de l'emploi desquels on doit s'occuper; mais il convient d'éviter des longueurs qui procureraient à l'ouvrage une étendue démesurée : ainsi, sur un volume de plus de 800 pages, la moitié est consacrée à des détails purement scientifiques.

Dans ce volume, M. D. commence l'histoire des métaux, en présentant d'abord leurs propriétés générales, et discute l'ordre dans lequel on pourrait les ranger le plus convenablement; il convient que la classification par famille serait le plus exact, mais il ne veut pas encore l'adopter d'une manière générale, de peur d'être forcé de modifier son ordre dans le volume suivant; cependant, pour montrer comment il conçoit cette classification, et faire sentir le parti que l'on peut en tirer, il donne les caractères de celle de ces familles qui occupe ce volume, et qui sont : 1re section : le potassium, le sodium, le lithium ; 2e section : le barium, le strontium et le calcium, qui ont des caractères communs nombreux.

Ils décomposent l'eau à froid, forment des protoxides solu-

bles et très-basiques, donnent des deutoxides qui ne sont ni acides ni basiques, et sont décomposés par l'eau. Ils se combinent en une proportion au chlore; les chlorures de la 1re section cristallisent sans eau, ceux de la 2e en contiennent; les chlorures, bromures et iodures sont solubles. Ils forment des sulfures tous solubles, et les proto-sulfures se combinent à l'hydrogène sulfuré. Les phosphores et les arseniures décomposent l'eau : leurs protoxides forment des sulfates indécomposables au feu; ceux de la 1re section très-solubles, ceux de la 2e peu ou point. Les sulfites se décomposent au feu en sulfates et sulfures; les nitrates de la 1re section donnent de l'oxigène et des hyponitrates; ceux de la 2e de l'oxigène, de l'acide nitreux, et quelquefois des peroxides. Les carbonates de la 1re section donnent des carbonates indécomposables au feu, ceux de la 2e sont décomposés, excepté celui de barium. Le chlore sec, l'iode et le brôme décomposent au rouge-brun les oxides; et sous l'influence de l'eau donnent des chlorates et chlorures, etc. Le soufre dònne des sulfates à une chaleur rouge, et à 100° des sulfures et des hypo-sulfites; à 100° le phosphore donne de l'hydrogène perphosphoré avec leurs hydrates. L'hydrogène n'agit pas sur les oxides (il aurait fallu dire les protoxides, car le deutoxide de barium, par exemple, est décomposé par l'hydrogène avec les phénomènes d'une brillante combustion). Le carbone n'agit pas sur ceux de la 2e section, mais décompose ceux de la 1re, au moins la potasse et la soude. Les chlorures et les proto-sulfures donnent par l'acide sulfurique du gaz hydro-chlorique et hydro-sulfurique; enfin tous ces métaux sont isomorphes.

A la fin de cet article, M. D. expose avec beaucoup de clarté ce qui a été dit jusqu'ici sur la nature composée des métaux, et fait remarquer combien une observation de M. Gay-Lussac sur la quantité d'oxigène qu'absorbent les métaux, et qui paraît être en rapport avec leur densite, s'accorde avec cette manière de voir; mais en même temps il fait observer que c'est une question purement spéculative, et qu'il serait absurde de vouloir introduire de telles vues dans la pratique de la science.

M. D. s'occupe ensuite des alliages, et fait remarquer que parmi le nombre si grand de ceux qui sont deja connus, un

Digitized by Google

très-petit nombre est employé, quoique l'on puisse espérer de rencontrer dans beaucoup d'entr'eux des propriétés utiles.

En commençant l'étude des oxides métalliques en général, M. D. annonce qu'il adoptera la classification de M. Thénard avec quelques changemens : ainsi il place dans la 1$^{re}$ section le calcium, la strontium, le barium, le lithium, le sodium et le potassium. Ces métaux absorbent l'oxigène à la température la plus élevée, et décomposent l'eau à la température ordinaire avec effervescence. La 2$^{e}$ est formée du magnesium, du glucinium, de l'yttrium, et de l'aluminium, qui ne décomposent l'eau qu'à la chaleur de l'ébullition. La 3$^{e}$ comprend le manganèse, le fer, l'étain, le cobalt, le nickel et le cadmium : les trois derniers ne sont placés ici que par analogie, et parce qu'ils se dissolvent dans l'acide hydro-chlorique et même acétique, avec dégagement d'hydrogène. Nous avons remarqué que M. D. a oublié le zinc, qui appartient évidemment à cette section.

Les trois autres sections ne présentent point de différences avec celles de M. Thénard, à l'exception du nickel et du cobalt qui se trouvent soustraits de la 4$^{e}$.

Une chose qui peut paraître singulière, c'est qu'après avoir adopté cet ordre, M. D. l'intervertisse dès qu'il s'occupe des métaux, puisqu'il étudie ceux de la 1$^{re}$ section dans l'ordre suivant : Potassium, sodium, lithium, barium, strontium et calcium. Que dans la 2$^{e}$ il place d'abord le magnesium, puis le lythium, l'aluminium, le glucinium et le zirconium. Rien n'indique ce qui a pu déterminer ce changement.

Après les oxides, M. D. étudie les chlorures, bromures, etc., dans l'ordre qu'il a adopté pour les métalloïdes; ensuite il s'occupe des sels, et parle successivement de leurs compositions, de leurs propriétés physiques et chimiques, de leur état naturel et de leur préparation; puis des hydrates, et ensuite des caractères génériques des sels, en prenant l'acide pour base du genre.

Après ces détails généraux, M. D. commence l'histoire particulière de chaque métal, dont il étudie les combinaisons avec l'oxigène, le chlore, le brôme, l'iode, le fluor, le soufre, le seleninm, l'arsenic, le bore, le carbone et ensuite les sels.

Le dernier livre de ce volume est consacré à des applica-

Digitized by Google

tions : l'extraction de la potasse, du potassium, l'exploitation du sel marin, la fabrication de la soude artificielle et de la potasse caustique, des bi-carbonates de potasse et de soude; l'histoire des argiles, la fabrication des aluns, de la chaux et des mortiers, du plâtre, du verre, des poteries, la peinture et la dorure sur porcelaine, émail, verre et faïence; l'exploitation du nitre et des nitrières, la fabrication de la poudre à canon et du chlorure de chaux.

On voit tout de suite quel doit être l'intérêt de cette partie de l'ouvrage, dans laquelle on doit distinguer particulièrement les articles étendus sur les mortiers, le verre et les poteries, qui renferment une foule de détails intéressans et de vues théoriques remarquables ; cependant, tout en trouvant utile l'application de la théorie atomique à toutes les opérations des arts, nous croyons que toutes celles qu'en a faites M. D. dans ces articles ne sont pas également justifiées par les faits, et qu'il a peut-être donné un peu trop d'étendue à ces idées.

Un article fort remarquable aussi est celui de l'exploitation du nitre, M. D. y discute avec une grande impartialité les opinions relatives à la formatinn de l'acide nitrique, et présente à ce sujet des vues nouvelles que l'expérience justifiera peut-être bientôt, et qui prouveraient que les idées qui ont été émises sur cette importante opération, étaient trop exclusives : le calcul simple de la quantité de matières animales nécessaires pour la formation de l'acide nitrique dans un terrain nitrifié, mérite une attention particulière en attendant que l'expérience ait décidé.

G. de C.

234. Sur un procédé électro-chimique pour retirer le manganèse et le plomb des dissolutions dans lesquelles ils se trouvent; par M. Becquerel. Lu à l'Académie des Sciences le 3 mai 1830. ( *Annal. de chimie et phys.*, avril 1830.

L'électricité, comme on va le voir, peut servir de réactif très-sensible, non-seulement pour découvrir la présence du manganèse et du plomb dans les dissolutions, mais encore pour les en retirer avec facilité au point de n'en laisser aucune trace, et sans craindre qu'ils n'entraînent avec eux d'autres métaux.

Digitized by Google

On prend un bocal A, A′, dans lequel on verse une dissolution de nitrate de cuivre; puis on plonge dedans un tube bb′, rempli dans la partie inférieure d'argile légèrement humectée d'une dissolution d'acétate de soude, et l'on verse dans sa partie supérieure une dissolution d'acétate de fer. Une lame de platine cc′, qui communique avec le pôle positif d'une pile à petite tension (formée, par exemple, d'un seul couple), plonge dans l'acétate, et une autre lame de cuivre dd′ en communication avec le pôle négatif, plonge dans le nitrate. Dès l'instant que l'appareil commence à fonctionner, comme le nitrate de cuivre se décompose avec facilité, sous l'influence de forces électriques très-faibles, le cuivre se réduit sur la lame de même métal, tandis que l'oxigène et l'acide nitrique sont transportés dans l'autre tube, où l'oxigène se dégage en partie, tandis que l'acide nitrique décompose l'acétate de fer en le combinant avec le métal, et chassant l'acide acétique. L'action de cette pile étant trop faible pour décomposer par elle-même l'acétate, et déterminer le transport de l'oxide de fer au pôle négatif, il en résulte que tous les produits qui se forment restent dans le tube. La surface de la lame de platine conserve le brillant qu'elle avait avant l'expérience. Vient-on à ajouter à la dissolution de l'acétate de fer, une seule goutte d'acétate de manganèse qui ne renferme qu'un millième de gramme de ce sel, et même moins; la lame de platine, qui est le pôle positif, prend sur-le-champ une teinte légère de couleur de bistre. Augmente-t-on la quantité d'acétate de manganèse, la couleur devient de plus en plus foncée, puis tout-à-fait noire. Cette réaction se produit tant qu'il y a du manganèse dans l'acétate de fer; la substance qui colore ainsi la lame de platine est le péroxide de manganèse.

On parvient au même résultat avec une pile ordinaire : on verse dans une capsule de porcelaine la dissolution d'acétate de fer et de manganèse, et l'on plonge dedans deux lames de platine, en communication chacune avec l'un des pôles de la pile. Il y a aussitôt décomposition de l'eau et dégagement de gaz; l'oxigène, en se rendant au pôle positif, suroxide le manganèse, qui abandonne alors l'acide acétique et se dépose, comme précédemment, sur la lame positive de platine. On voit maintenant pourquoi le nitrate de cuivre était nécessaire quand

Digitized by Google

on a employé la pile à petite tension : l'eau n'étant pas décomposée, il fallait se procurer de l'oxigène et un acide plus fort que l'acide acétique; la décomposition facile du nitrate de cuivre a fourni l'un et l'autre. Le sulfate et le nitrate de manganèse conduisent au même résultat que l'acétate, parce que le péroxide de manganèse est insoluble dans les acides sulfurique et nitrique; mais les expériences rapportées dans ce mémoire ont été faites particulièrement sur l'acétate.

Quels que soient les métaux combinés avec le manganèse, on parvient aisément à en séparer ce dernier. Je citerai, entre autres, le manganèse et le zinc, dont la séparation est difficile par les voies ordinaires de la chimie.

La séparation du plomb et des autres métaux exige quelque modification au procédé que j'ai indiqué précédemment, lequel consiste à remplir une capsule de la dissolution des acétates, et à plonger dedans deux lames de platine, en communication chacune avec les pôles d'une pile ordinaire. Quand il s'agit du plomb, cette disposition ne peut être adoptée, attendu que l'oxide se réduisant facilement, le métal se porte aussitôt sur la lame négative de platine, ainsi que les autres bases qui se trouvent dans la dissolution. Avec les piles à petite tension et l'appareil indiqué dans la fig., on n'éprouve pas le même inconvénient; le plomb se comporte alors comme le manganèse, c'est-à-dire qu'il se suroxide et se dépose sur la lame positive de platine. Souvent la pellicule de péroxide est noire et cristalline; en la broyant, la couleur puce reparaît. Mais comme les piles à petite tension n'agissent que lentement, si l'on veut se servir d'une pile ordinaire, il faut disposer les choses de manière à ce que l'oxide de plomb ne puisse être transporté au pôle négatif, où la réduction du métal s'opérerait; on y parvient en se servant du même appareil que l'on fait fonctionner avec une pile voltaïque ordinaire. Par ce moyen, on rend sensibles non-seulement les plus petites parties du plomb qui se trouvent dans la dissolution, mais encore on les en retire toutes, sans que les réactifs chimiques les plus sensibles, l'hydro-sulfate d'ammoniaque, par exemple, puissent en faire reconnaître des traces quand l'opération est terminée.

Digitized by Google

235. Sur quelques combinaisons de l'hydrogène; par M. G. Magnus. (*Annalen der Physi kund Chemie;* vol. 17, cah. 4.)

On a cru à tort, dit M. Magnus, que l'hydrogène puisse exister sans forme solide dans la combinaison avec le tellure; il s'est convaincu, par différentes expériences faites avec soin, que le corps qui se précipite en soumettant le tellure à l'action de la pile électrique, n'est que du métal pur, sans aucune combinaison d'hydrogène.

L'auteur plaça le tellure avec l'eau dans laquelle il s'était précipité, moyennant la pile électrique, dans un tube recourbé, et qui était fermé à l'une de ses extrémités; il remplit ce tube d'eau distillée et l'y renversa, de telle sorte que toute la masse du corps resta dans la partie recourbée, qui fut ensuite remplie avec de l'hydrogène, avec la précaution de faire rester le tellure avec le peu d'eau qui y adhérait dans la partie recourbée; il marqua avec soin la hauteur de l'eau, et dégagea le tellure de son eau adhérente en le chauffant légèrement.

Si cette opération avait déjà produit une certaine décomposition du corps que l'on devait examiner, il se serait dégagé de l'hydrogène; et après le refroidissement, l'eau n'aurait plus atteint sa première hauteur; or, cette hauteur ayant été un peu plus considérable après l'opération, il est clair qu'il n'y eut aucun dégagement d'hydrogène. Le tellure fut ensuite chauffé jusqu'à la fusion et tout-à-fait sublimé; mais même par cette opération il n'y eut point encore de dégagement d'hydrogène, car l'eau monta à la première hauteur.

On avait employé 0,015 grammes de tellure; si ce corps avait été à l'état d'hydrure, n'eût-il contenu que $\frac{1}{2}$ p. $^0/_0$ d'hydrogène $=$ 0,00007 grammes, un centimètre cube de gaz se serait dégagé, et cette quantité n'aurait pu échapper à l'observation, puisque le tube dont on s'était servi n'avait environ qu'un centimètre de diamètre.

Il suit de là que ce corps ne contient ni hydrogène ni oxygène, puisque dans l'un de ces cas la quantité de l'hydrogène aurait dû augmenter, et diminuer dans l'autre; il n'est donc autre chose que du tellure métallique, mais tellement divisé pendant la précipitation, qu'il paraît brun, et sans aucun éclat

Digitized by Google

métallique; il paraît donc que c'est la couleur propre à ce métal.

Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que le tellure, en se précipitant, produit à la fois une décomposition et une formation d'eau. Il est très-probable que ce corps forme par l'action du pôle négatif un hydrure de tellure, mais que ce corps est décomposé et précipité par l'oxygène qui se dégage du pôle positif.

L'auteur rapporte des faits entièrement analogues pour le soufre et le selenium.

M. Magnus trouva encore, par le même procédé, quelques légères traces d'hydrogène dans le corps brun qui se forme en plaçant l'arsenic au pôle négatif; il présume que le gaz hydrogène arsenié est insoluble dans l'eau, et ne peut pas être décomposé par l'oxygène. WEB.

236. RÉPONSE A LA QUESTION : LE CHLORE, L'IODE ET PLUSIEURS AUTRES MÉTALLOIDES SONT-ILS DES SUBSTANCES ACIDIFIABLES ET BASIFIABLES COMME L'OXIGÈNE; par de BONSDORFF. (*Annalen der Phys. und Chem.*; sept. 1829.)

La grande ressemblance que présente le chlore avec l'oxigène, non-seulement à cause de l'ignition et des autres rapports dans sa combinaison avec les autres substances, mais aussi à cause de la nature de ses combinaisons avec les métalloïdes et les métaux électro-négatifs, possédant, sous plus d'un rapport, les caractères d'un acide, fit penser à l'auteur que ces combinaisons devraient former des sels, et que les bases de ces sels, quand il en existe, ne devraient être que les combinaisons du même élément avec des métaux électro-positifs.

En se rappelant les sels doubles de muriate de platine et des alcalis ou plutôt les chlorides de ces substances, il était bien probable qu'on pourrait prendre le chloride de platine pour acide, et les autres chlorides nommés pour bases. Et il était vraisemblable aussi que les chlorures des autres métaux électro-négatifs, comme ceux des métalloïdes, pourraient se combiner avec les chlorides des métaux électro-positifs.

M. B. commença ses expériences avec le perchlorure de mercure, convenable parce qu'il se dissout dans l'eau sans se décomposer, et que dans cet état, il réagit, comme un acide;

Digitized by Google

c'est-à-dire, qu'il rougit le papier de tournesol. La couleur bleue se rétablissait tout de suite après y avoir ajouté un chloride d'un métal électro-positif. Cette expérience est plus évidente, quand, au lieu du papier de tournesol, on se sert de la teinture.

Cette teinture de tournesol est rougie quand on la jette dans une dissolution de chloride de mercure, mais sa couleur bleue reparaît aussitôt par l'addition d'une dissolution des chlorides du potassium, sodium, lithium, baryum, strontium, calcium, magnesium, yttryum, cerium, manganèse, cobalt et nickel. Les chlorides de zinc, de cadmium, de fer et de plomb exercent la même réaction, mais pas si parfaitement distincte. Conduit par cette observation, M. B. se proposa de combiner tous ces chlorides avec le chloride de mercure, d'avoir ces combinaisons cristallisées, et de produire plusieurs degrés de saturation avec quelques-uns d'entr'eux.

Il prenait une dissolution aqueuse, concentrée et froide, des chlorides des métaux électro-positifs, et la traitait par le chloride de mercure pulvérisé, en la remuant souvent jusqu'à ce qu'il ne s'en dissolvît plus rien. La dissolution filtrée et limpide était évaporée, ou à la température ordinaire d'une étuve chauffée, ou, ce qui était le plus souvent préférable pour obtenir une cristallisation régulière, en plaçant la dissolution sous une cloche avec de l'acide sulfurique.

Les sels obtenus furent analysés d'une manière très-simple, en volatilisant d'abord l'eau de cristallisation, et puis, par une chaleur plus forte, le chloride de mercure, et dissolvant ensuite l'autre chloride formant le résidu.

M. B. donne au chloride de mercure le nom d'*Acidum Chloro-Hydrargyricum*, et à la classe de ses sels celui de *Chloro-Hydrargyrias*. Dans le nom des bases, le chlore n'est pas nommé comme faisant partie constituante, parce qu'il est clair de lui-même, que le principe électro-négatif de la base est le même que celui de l'acide; on indique par conséquent la base par l'adjectif du radical. Ainsi, il est plus convenable de dire: Chloro-Hydrargyrias ferrosus, que Chloro-Hydrargyrias Chloridi ferrosi, ou Chloro-ferrosus.

*Chloro-Hydrargyrias Kalicus.* Parmi les chlorides électro-positifs celui du kalium possède la propriété de se combiner en

Digitized by Google

trois proportions avec le chloride de mercure, ce qui n'a pas lieu, à ce qu'il paraît, avec les autres.

En mêlant une dissolution concentrée de chloride de kalium avec du chloride de mercure pulvérisé, ce dernier se dissout facilement et en grande quantité; mais bientôt sa liqueur commence à se prendre en masse, représentant des cristaux acidulaires, et il ne se dissout plus de chloride de mercure, excepté qu'on y ajoute encore un peu d'eau, ou qu'on chauffe le liquide. Après le refroidissement, la dissolution forme une masse tenace, de l'aspect de l'asbeste en aiguilles blanches soyeuses. Pour analyser ce sel, M. B. prit ces aiguilles cristallines, les dessècha en les comprimant entre deux feuilles de papier gris, jusqu'à ce qu'elles ne lui communiquassent plus d'humidité.

$\frac{3}{4}$ grammes qu'on employait pour l'expérience donnèrent, pour 100 p., le résultat suivant :

| | | Contenant en chlore. | Rapport calculé. |
|---|---|---|---|
| Chloride de mercure | 83,10 | 21,53 | 83,17 |
| Chloride de kalium | 11,31 | 5,38 | 11,35 |
| Eau | 5,56 | | 5,48 |

Il suit de ces résultats que le chloride de mercure renferme 4 fois autant de chlore que le chloride de kalium, par conséquent la formule correspondant aux rapports calculés sera la suivante :

$$K\underline{Cl} + 4\ Hg\underline{Cl} + 4\ Aq.$$

Ce sel est facilement soluble dans l'eau; mais cette solubilité dépend beaucoup de la température, de sorte qu'une dissol. de + 18° toute liquide, se remplit de cristaux à + 15°. Les cristaux obtenus dans un tube de verre fermé hermétiquement, et à une basse température, avaient une forme rhombo-prismatique, leurs angles étaient 112° et 78°.

La seconde combinaison de ces mêmes chlorides est obtenue en chauffant doucement, à peu près à + 30°, avec dissolution de chloride de kalium à froid, et qui, dans cet état, ne dissout que difficilement une plus grande quantité de chloride de mercure; on y verse encore quelques gouttes d'eau, et en remuant toujours, on ajoute le chloride de mercure; on filtre

Digitized by Google

quand il ne se dissout plus, sur un filtre chauffé, et on l'expose à une température ordinaire pour refroidir.

La première partie qui cristallise a ordinairement la forme de l'asbeste, le reste du liquide séparé et exposé à une cristallisation spontanée donne des aiguilles moins minces et réunies en groupes d'étoiles. Ces dernières, traitées comme les cristaux de la première combinaison pour les sécher, ont donné :

| | | Contenant en chlore. | Rapport calculé. |
|---|---|---|---|
| Chloride de mercure | 75,24 | 19,49 | 74,70 |
| Chloride de kalium | 20,97 | 9,95 | 20,38 |
| Eau | 3,79 | | 4,92 |

Ainsi, la partie électro-négative de ce sel contient deux fois autant de chlore que la partie électro-positive, et la formule, d'après cela, serait :

$$K\underline{Cl} + 2\,Hg\underline{Cl} + 2\,Aq.$$

Quand on sature une dissolution de chloride de kalium, comme celle pour la préparation du sel décrite, par le chloride de mercure, qu'on la mêle ensuite avec une dissolution d'une pareille quantité de chloride de potassium, et qu'on l'expose enfin à une évaporation spontanée dans une étuve, on obtient de beaux prismes droits rhombiques.

Le chloride de kalium ajouté en excès, commence aussi à se déposer sous forme cristalline, mais ordinairement plus tard; on le distingue aisément de l'autre sel par sa couleur et sa forme cristalline. Les cristaux du sel double qu'on a obtenu ne s'altèrent pas exposés à l'air; ils contiennent :

| | | Contenant en chlore. | Rapport calculé. |
|---|---|---|---|
| Chloride de mercure | 61,31 | 15,88 | 62,05 |
| Chloride de kalium | 33,73 | 76,00 | 38,87 |
| Eau | 4,96 | | 4,08 |

Et sa formule est :

$$K\,Cl + Hg\underline{Cl} + Aq.$$

Si l'eau, comme cela est probable, entre pour deux atômes dans l'autre combinaison décrite, il se manifeste ici ce rapport remarquable, que le nombre des atômes de l'eau dans tous les trois sels est également grand que celui du chloride de mercure; ces trois sels se dissolvent au reste lentement dans l'alcool. En

Digitized by Google

les décomposant par la chaleur, ils retiennent le chloride de mercure bien opiniâtrement, principalement les dernières parties de ce sel. Cette propriété qui se manifeste beaucoup moins dans les autres sels, prouve combien le chloride du métal le plus électro-positif est retenu par le chloride de mercure, et, par conséquent, que le chloride de kalium peut être considéré comme la plus forte base pour les acides chloridés; de même que l'oxide de ce métal est aussi la base la plus puissante pour les acides oxigénés. Le chloride décrit peut aussi prendre jusqu'à 4 atômes de chloride électro-négatif, pendant que la plupart des autres ne se réunissent qu'avec un ou deux. Cependant M. B. parle plus tard d'une combinaison avec 5 atômes de ce chloride, mais comme d'une exception.

*Chloro-Hydrargyrias Natricus.* On n'en obtient qu'en une seule proportion, il cristallise en prismes inaltérables à l'air.

La formule serait : $N\underline{Cl} + 2\,Hg\underline{Cl} + 4\,Aq$.

*Chloro-Hydrargyrias Lithicus.* Il donne des cristaux aciculaires, dont une partie est déliquescente, mais une autre partie semble dure au contact de l'air. Ce qui ferait supposer qu'il y a deux combinaisons en différentes proportions.

*Chloro-Hydrargyrias Bariticus.* Il cristallise en prismes rhombiques, ou en feuillets groupés imitant le prehnite, et enfin, de petits cristaux, en forme de tablette, qui semblent être des prismes rhombiques obliques. La formule la plus vraisemblable sera : $Ba\underline{Cl} + 2\,Hg\underline{Cl}\,2\,Aq$.

*Chloro-Hydrargyrias Stronticus.* Il cristallise en prismes facilement solubles et non altérables à l'air atmosphérique.

*Chloro-Hydrargyrias Calcicus.* Il se forme au moins deux combinaisons. Évaporé sous la cloche, il se forme d'abord un sel qui présente quelquefois des octaèdres réguliers; quelquefois aussi, et même plus souvent, des tétraèdres. Quand on fait refroidir cette liqueur séparée des cristaux formés, il cristallise en prismes aciculaires, et en l'exposant à une température de O° ou dessous, on obtient une masse solide fibreuse. Chauffée de nouveau jusqu'à + 30°, il se produit ensuite un sel tantôt en prismes hexagonaux et grands, et tantôt aplatis, quelquefois aussi en tables rhombiques. Le chloride de mercure renferme cinq fois autant de chlore que le chloride de calcium; aussi la formule sera : $Ca\underline{Cl} + 5\,Hg\underline{Cl} + 8\,Aq$. —

L'autre combinaison du sel en question, et qui cristallise en prismes hexagonaux, ou en tables rhombiques, est déliquescent à l'air. Ce sel, sous la cloche et sur de l'acide sulfurique concentré, s'effleurit et perd l'eau de cristallisation. Sa formule est : $Ce\underline{Cl} + 2\,Hg\underline{Cl} + 6\,Aq$. — *Chloro-Hydrargyrias Magnesicus*. Il se forme deux combinaisons particulières; l'une en grandes lames croisées, l'autre en prismes rhombiques très-bas. La formule est : $Mg\underline{Cl} + 3\,Hg\underline{Cl} + 5\,Aq$. — L'autre combinaison cristallise en prismes. Ce sel est très-déliquescent. La formule sera : $Mg\underline{Cl} + H\underline{Cl} + 6\,Aq$. — *Chloro-Hydrargyrias Beryllicus*. Cristallise en prismes rhombiques. — *Chloro-Hydrargyrias Yttricus*. Donne des cristaux cubiques. — *Chloro-Hydrargyrias Cericus*. Forme aussi des cristaux cubiques inaltérables à l'air. — *Chloro-Hydrargyrias Manganosus*. La formule est : $Mn\underline{Cl} + Hg\underline{Cl} + 4\,Aq$. — *Chloro-Hydrargyrias Zincicus*. Il cristallise en aiguilles prismatiques et est très-déliquescent. — *Chloro-Hydrargyrias Ferrosus*. La formule est: $Fe\underline{Cl} + Hg\underline{Cl} + 4\,Aq$. — *Chloro-Hydrargyrias Cobalticus*. Il cristallise en prismes d'un rouge-bleuâtre, isomorphes avec les sels de manganèse et de fer. Il est déliquescent à l'air ordinaire. = *Chloro-Hydrargyrias Niccolicus*. Ce sont de petits cristaux tétraédriques et déliquescens. — *Chloro-Hydrargyrias Cupricus*. — Il donne des aiguilles prismatiques ou des faisceaux, qui ne s'altèrent pas si vite à l'air. Le chloride de plomb ne semble pas former de combinaison.

*Chloro-Platinates*. Le chloride de platine réagit comme un acide sur le papier de tournesol, et cette réaction est détruite ou du moins très-altérée par les chlorides des métaux électro-positifs. Il faut pour cette expérience du chloride de platine très-pur. Le papier de tournesol rougi par le chloride de platine pur change de couleur en violet ou en bleu-rougeâtre aussitôt qu'on y ajoute un chloride d'un métal électro-négatif, et cette réaction devient plus évidente, à mesure que l'on ajoute de ce réactif. Les chlorides essayés de cette manière ont été les chlorides de sodium, baryum, strontium, manganèse, de zinc, de magnesium et de calcium, parmi lesquels les trois derniers montraient une réaction très-forte et prononcée. Le phénomène que la couleur de tournesol n'acquiert plus l'intensité qu'elle avait auparavant s'explique très-bien par la coloration jaune des

Digitized by Google

combinaisons du chloride de platine avec les chlorides des métaux électro-positifs. La couleur verdâtre du chloride double de platine et du nickel rétablit entièrement la couleur bleue de tournesol. Les chlorides doubles de platine et de potassium, et celui de sodium, de baryum et de calcium, sont connus.— *Chloro Platinas Baryticus.* — Il donne des cristaux prismatiques jaunes, et la formule est $Ba\underline{Cl} + Pl\underline{Cl}^2 + 4Aq$. — *Chloro-Platinas Stronticus.* — Il cristallise en prismes rhombiques, et la formule est : $Sr\underline{Cl} + Pl\underline{Cl}^2 + 8Aq$. — *Chloro-Platinas Calcicus.* — Il donne des cristaux dendritiques, et la formule est $Ca\underline{Cl} + Pl\underline{Cl}^2 + 8Aq$. — *Chloro-Platinas Magnesicus.* — Cette combinaison forme avec les chloro-platinates suivans, un groupe intéressant des sels dont la forme cristalline est isomorphe et, à ce qu'il paraît aussi, d'une même constitutiou chimique. La plupart de leurs caractères sont communs. On les obtient par le procédé ordinaire. Les combinaisons cristallisent bientôt. La présence d'une des parties constituantes en excès, et la température ou l'humidité de l'air, influencent beaucoup sur la forme des cristaux. Quelquefois il se forme des prismes hexagonaux dérivés du rhomboèdre de près 130°. Quelquefois ce sont seulement des aiguilles cristallines, souvent aussi des faisceaux soyeux. Le sel de magnésie est d'un beau jaune d'or, qui ne s'altère pas à l'air. La poudre jaune fauve qui se produit quand on chauffe fortement ce sel, absorbe l'eau de l'air en peu de temps, pour produire une masse jaune cohérente. La poudre chauffée, traitée par l'eau absorbe celle-ci avec un dégagement considérable de chaleur. La formule est $Mg\underline{Cl} + Pl\underline{Cl}^2 + 6Aq$. —Par l'analyse ci-jointe il est évident que le sel perd $\frac{2}{3}$ de son eau de cristallisation par la chaleur, et que par conséquent la poudre jaune qui possède la propriété de réabsorber son ancienne quantité d'eau, est une combinaison dont la formule est $Mg\underline{Cl} + Pl\underline{Cl}^2 + 2Aq$. — *Chloro-Platinas Manganosus.* La formule est $M\underline{Cl} + Pl^2 + 6Aq$. — *Chloro-Platinas Ferrosus.* — La composition est analogue à celle du sel de manganèse et du magnesium isomorphes ; et la formule est $Fe\underline{Cl} + Pl\underline{Cl}^2 + 6Aq$. — Les analyses de ces trois sels isomorphes autorisent de supposer une composition semblable dans tous les autres sels cristallisés de la même manière. —



Digitized by Google

*Chloro-Platinas Zincicus.* — Les deux chlorides qui constituent ce sel se combinent en dégageant une chaleur considérable, et il se dépose sur-le-champ un sel jaune en aiguilles radiées. La formule sera $Zn\,\underline{Cl} + P\,\underline{Cl}^{2} + 6\,Aq$. — *Chloro-Platinas Cadmicus.* — Étant isomorphe avec eux, nous donnons la formule ci-jointe : $Cd\,Cl + P\,\underline{Cl}^{2} + 6\,Aq$. — *Chloro-Platinas Cobalticus.* — Co. A. + P. + $A^{2}$ + 6 A q. — *Chloro-Platinas Niccolicus.* — Il cristallise en prismes hexagonals et en aiguilles radiées. La formule est $Ni\,\underline{Cl} + P\,\underline{Cl}^{2} + 6\,Aq$. — *Chloro-Platinas Cupricus.* — Une seule fois seulement on a obtenu ce sel en beaux prismes hexagonaux ; la forme ordinaire sont des faisceaux radiées. La formule est $Cu\,\underline{Cl} + P\,\underline{Cl}^{2} + 6\,Aq$.

*Chloro-Aurates.* Les combinaisons du chloride d'or avec le chloride de potassium et de sodium sont connues et ont été analysées par Javal et par Figuier. — On obtient facilement ces sels quand on ajoute une dissolution d un chloride métallique en excès, à la combinaison que produit le chloride d'or avec l'acide hydro-chlorique, qu'on expose le mélange à une douce chaleur jusqu'à ce que le sel soit sec et que l'acide soit évaporé. Pour obtenir ce sel cristallisé, on réussit mieux de l'évaporer sous la cloche évaporatoire. Tous ces sels sont facilement solubles dans l'eau, aussi bien que dans l'alcool. —*Chloro-Auras Baryticus.* — Il cristallise en prismes rhombiques très-bas ou en tables, dont l'angle obtus est de 105° ; il peut être conservé seulement dans de l'air sec. — *Chloro-Auras Stronticus.* — Sel jaune, en prismes rhombiques non altérables par l'air. — *Chloro Auras Calcicus.*—Ce sel forme des prismes longs rhombiques qui se joignent par leurs surfaces larges représentant une cristallisation radiée. La formule qui représente suffisamment la composition est $Ca\,\underline{Cl} + Au\,\underline{Cl}^{3} + 6\,Aq$. —*Chloro-Auras Magnesicus.*—Il cristallise en prismes rhombiques courts, dont les angles latéraux sont près de 72 et 108°. La formule pour ce sel est $Mg\,\underline{Cl} + Au\,\underline{Cl}^{3} + 12\,Aq$. — *Chloro-Auras Manganosus.* — Prismes jaunes rhombiques, déliquescens dans l'air de l'été, restant secs à l'air de l'hiver ; il est isomorphe avec les précédens selon toutes les apparences. $Zn\,\underline{Cl} + Au\,\underline{Cl}^{3} + 12\,Aq$. — *Chloro-Auras Ferrosus.* — Il n'existe pas ; car en mêlant les deux chlorides, celui du fer se combine avec une plus grande portion de chlore, et l'or est

Digitized by Google

réduit — *Chloro-Auras Cadmicus.* — Il est en prismes aciculaires.— *Chloro-Auras Cobalticus.* — Ce sont des prismes très-longs, d'une couleur jaune foncée, et qui ne s'altèrent pas à l'air. — *Chloro-Auras Niccolicus.* — Il cristallise en prismes courts, jaunes-verdâtres, isomorphes avec ceux du sel de magnesium et de zinc. Il est déliquescent à l'air chaud de l'été.

" *Chloro-Palladiates.* Le chloride de palladium donne, sous les mêmes conditions que le chloride d'or, des combinaisons avec les chlorides des autres métaux électro-positifs. La masse est évaporée à siccité, et après que les vapeurs d'acide hydro-chlorique se sont volatilisées, on la dissout dans l'eau, et on la fait cristalliser sous la cloche. Tous les chloro-palladiates sont facilement solubles dans l'eau; ils ont une couleur brun de châtaigne. Ils se dissolvent également dans l'alcool. Les sels avec le chloride de potassium et de sodium sont déjà connus. M. B. n'a déterminé que les caractères des sels suivans, sans faire leur analyse chimique. — *Chloro-Palladias Baryticus.* — Dendrites de la forme du mousse ou radiées, non altérables à l'air, mais efflorescens sur les parois du vase. — *Chloro-Palladias Calcicus.* — Cristaux prismatiques d'une couleur brune plus claire. Il est déliquescent. — *Chloro-Palladias Magnesicus.* — Aiguilles prismatiques, qui durent seulement dans un air sec sans devenir déliquescentes. *Chloro-Palladias Manganosus.* — Sel en cubes ou peut-être en rhomdoèdres qui s'approchent de cette forme; couleur brun foncé; ils ne s'altèrent pas à l'air. — *Chloro-Palladias Zincicus.* — Cristaux radiés, divergens d'une couleur brun de châtaigne; très-deliquescent à l'air ordinaire. *Chloro-Palladias Cadmicus.* — En aiguilles radiées très fines; couleur brun de châtaigne; il ne s'altère pas à l'air. — *Chloro-Palladias Niccolicus.* — Rhomdoèdres d'une couleur foncée brun-verdâtre : peut-être ce sont des prismes rhombiques, dont l'angle latéral ne décline pas beaucoup de l'angle droit; non altérable à l'air, pas du moins à celui de l'hiver.

M. B., d'après quelques expériences avec d'autres chlorides, comme ceux de l'antimoine et de l'étain, pense que ces combinaisons sont analogues aux précédentes. Il examine aussi les combinaisons de mercure et d'iode au maximum, dont M. Boullay s'est aussi occupé. Voici les différences qu'il cite :

Digitized by Google

*Iodo-Hydrargyrias Kalicus.* — On l'obtient à la manière directe par l'iodide de potassium et l'iodide de mercure, en saturant une dissolution aqueuse du premier avec le dernier, et en l'abandonnant à une évaporation spontanée, en la plaçant sous la cloche évaporatoire. On peut aussi obtenir ce sel en dissolvant le chloride de mercure dans l'iodide de potassium et en évaporant la dissolution jusqu'au point de cristallisation. En traitant la masse sèche par l'alcool, le sel en question se dissout, et le chloride de potassium reste indissous. Dans ces deux dissolutions on obtient un sel formé d'aiguilles prismatiques, qui attirent l'humidité de l'air de l'été.

*Iodo-Hydrargyras Natricus.* — En assez gros cristaux prismatiques, rhombiques, d'une couleur de soufre. Ce sel est très-déliquescent.

*Iodo-Hydrargyrias Zincicus.*—Ce sel est en prismes hexagonaux en pyramides, ou en prismes rhombiques courts. Il est déliquescent même dans l'air sec.

*Iodo-Hydrargyrias Ferrosus.*—Il se décompose à l'air. Il vaut mieux faire la dissolution dans le vide, ou du moins la filtrer sous la cloche, et évaporer de même. Les prismes jaunes-bruns s'entourent d'une poudre ferrugineuse au contact de l'air.

M. Boullay regarde comme une véritable combinaison les dissolutions d'iodide de mercure en excès dans la dissolution de son propre sel, qui se trouve dans plusieurs autres combinaisons des iodides, comme Bonsdorf l'a remarqué pour le sel de zinc. Il paraît à celui-ci que ces dissolutions des iodides de mercure en excès, ne peuvent être regardées comme des combinaisons, tant que les portions de l'iodide dissous dépendent de la température et de la quantité de l'eau. Il fait la même observation pour la manière dont M. Boullay envisage la dissolution de l'iodide de mercure dans une dissolution aqueuse de chloride de potassium. Dans ses recherches antérieures il a également observé cette faculté dissolvante de ce dernier iodide; mais il n'a pu prendre la dissolution pour une combinrison chimique, pour la raison déjà indiquée, et aussi parce que tout le chloride de mercure se sépare et se dépose en refroidissant. J....L.

Digitized by Google

237. Note sur l'action de l'ammoniaque et du phosphore; par MM. Macaire et Marcet. (*Biblioth. univers.*; sept. 1829, pag. 33.)

Les auteurs, persuadés qu'il serait souvent utile de publier des résultats négatifs, font connaître quelques recherches qu'ils ont faites dans l'intention d'obtenir un phosphore d'azote.

De l'hydrogène phosphoré en passant dans de l'ammoniaque dissous a été absorbé en grande quantité avec dégagement de beaucoup de chaleur et dépôt de phosphore en gouttelettes : une fois il y a eu une forte détonation.

Du gaz hydrogène phosphoré sec avec du gaz ammoniaque sec, du sous-carbonate d'ammoniaque et de l'ammoniaque liquide sur le mercure, n'ont donné aucun nouveau produit.

Du proto-chlorure de phosphore préparé avec le phosphore et le sublimé corrosif a été saturé de gaz ammoniaque sec. Il s'est produit d'épaisses vapeurs, et la liqueur s'est convertie en une masse solide blanche, d'une forte odeur d'acide hydro-chlorique et rougissant fortement le tournesol, et qui, exposée à l'air, dégage de fortes vapeurs d'acide hydro-chlorique et se couvre de points rougeâtres, au soleil plus qu'à l'ombre.

Avec l'eau cette substance dégage lentement des bulles d'un gaz qui a l'odeur d'hydrogène phosphoré. A l'air, elle donne une odeur semblable; ce qui semble indiquer l'existence d'un phosphure. Bouillie avec l'eau distillée, il est resté une petite quantité de résidu formant le $\frac{1}{4}$ environ de la masse. Cette poudre jaunâtre chauffée au rouge, détonne, ou plutôt pétille avec éclat et lumière, comme l'a fait comparativement le phosphure de calcium. Le résidu salin boursoufflé, se dissipe en grande partie à une forte chaleur rouge, en laissant un peu d'acide phosphorique.

Cette combinaison paraîtrait donc être un *phosphure d'ammoniaque.*

238. Sur la composition problématique de l'acide iodeux; par M. Mitscherlich. (*Ibid.*; p. 481).

L'auteur de cette note ne peut pas affirmer si les cristaux obtenus sont de l'iodite de soude ou plutôt une combinaison d'iodure de sodium avec de l'iodate de soude. On peut analyser

Digitized by Google

facilement la combinaison par l'alcool pur; elle se transforme en iodate de soude insoluble dans l'alcool absolu, et en iodure de sodium soluble. Dans une des analyses dans laquelle l'iodate de soude et l'iodure de sodium furent déterminés, et où l'eau était dosée par la perte, on obtint de 100 parties de la combinaison, 37,1 d'iodate de soude, 29,2 d'iodure de sodium, 33,7 d'eau. Si la combinaison avait donné des proportions égales d'iodate de soude et d'iodure de sodium, et si l'oxigène de l'eau avait été à l'oxigène de la soude dans l'iodure de sodium comme 20 : 1 on aurait obtenu sur 100 parties : 37,48 d'iodate de soude, 28,37 d'iodure de sodium, 34,15 d'eau.

Quand on distribue l'oxigène de cette combinaison ( $N\underline{J} + \dot{N}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\underline{J}} + 20\,\underline{\dot{H}}$) de telle manière que tout le sodium y est contenu à l'état de soude, et que l'iode avec le reste de l'oxigène forme un degré d'oxidation plus bas; alors il en résulte de l'iodite de soude ( $N\underline{\ddot{J}} + 10\,\underline{\dot{H}}$ ) dans lequel l'oxigène de la base est à l'oxigène de l'acide comme 1 : 2. Conséquemment les 100 parties seront composées de :

53,98 d'acide iodeux;
11,87 de soude;
34,15 d'eau.

Et l'acide iodeux sera composé de :

88,75 d'iode;
11,25 d'oxigène.

J..... L.

239. Nouvelles découvertes de Dœbereiner sur la chimie de la Fermentation. (*Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre*, Tome XVI, 1^er cah., p. 118. — *Journ. für techn. und œkonom. Chemie*; n° 5, 1829, p. 26.)

Le mémoire du conseiller aulique Dœbereiner sur ses découvertes les plus récentes dans cette partie de la chimie, qui déjà avait été si prodigieusement agrandie par ses recherches, se trouve consigné dans un traité sur différens objets physico-chimiques. Nous le rapportons ici en nous servant des propres paroles de l'auteur.

Digitized by Google

« Mon cours sur la chimie de la fermentation, que j'ai fait l'été dernier, m'a fourni l'occasion d'entreprendre beaucoup d'expériences neuves sur ce phénomène.

« J'ai trouvé qu'il avait encore lieu sous une pression de 20 atmosphères, et je suis porté à croire que cette pression peut être augmentée jusqu'à la condensation de l'acide carbonique à l'état liquide, sans que la fermentation soit supprimée. J'attends la construction perfectionnée de l'instrument dont je me suis servi (*Zymosympiézomètre*) pour approfondir cette supposition. L'expérience ne peut être entreprise qu'avec la plus grande précaution, si l'on ne veut pas s'exposer à être estropié ou tué par une explosion qui est très-possible.

« Mon observation précédente, que des quantités très-modiques d'acide oxalique, d'acide formique et d'acide acétique suffisent pour arrêter la fermentation, m'a été de nouveau confirmée d'une manière surprenante lors d'une préparation artificielle de vin de Champagne. A l'époque moyenne d'une fermentation vive, que j'excitai dans une solution de sucre, j'y ajoutai une quantité égale en volume d'une certaine espèce de vin naturel de raisins; la fermentation fut interrompue à mon grand étonnement, et elle ne put être reproduite ni par la chaleur, ni par une addition de ferment. J'examinai le vin et je trouvai qu'il contenait une petite quantité d'acide acétique. En mélangeant alors une autre espèce de vin, dépourvu d'acide acétique, avec une solution de sucre en fermentation, elle ne s'arrêta pas; l'acide acétique fut donc la cause de cet événement surprenant. Une solution de sucre en fermentation pourrait par conséquent être employée comme réactif de l'acide acétique dans les vins. Je m'aperçus d'un autre phénomène remarquable, en voulant provoquer la fermentation d'une solution de sucre par des fleurs de sureau. Ces fleurs, nouvellement cueillies, étaient restées deux jours entassées par l'inadvertance de mon domestique. En me les faisant remettre, je les trouvai fanées et chaudes dans l'intérieur; mais, au surplus, elles n'étaient changées ni de forme, ni de couleur, ni d'odeur. Je les fis découper et les mis en contact avec la solution de sucre. Pendant plusieurs jours, la masse liquide resta immobile, mais je m'a-

Digitized by Google

perçus, le cinquième jour, que l'espace rempli d'air du globe de verre, qui la contenait, faisait paraître la lumière colorée en jaune foncé. Je reconnus à l'odeur que cette coloration était due à de l'acide nitreux. La formation de cet acide, ou plutôt de ce gaz nitreux, continua pendant plusieurs semaines, et à la fin de la réaction le liquide ne contenait plus que du sucre et une quantité assez grande d'acide nitrique, mais pas un vestige d'alcool. J'ai découvert, dans le courant de mes recherches zymotechniques, un moyen simple pour améliorer en peu de jours les vins de notre pays, au point de les rendre semblables aux vins français légers, et j'en ai déjà fait l'application à une exploitation en grand. Je le donnerais, si je ne craignais qu'on en fît usage pour contrefaire les vins étrangers.

« L'expérience sur l'action de l'acide carbonique dans la fermentation des fruits nouveaux à noyau et à pepins, que j'ai faite il y a plusieurs années, et qui a été décrite en premier lieu dans les Annales de Gilbert, et ensuite dans le premier cahier de mes mémoires sur la chimie physique, a été reprise dans mon cours, et, mes auditeurs aussi bien que moi, nous y avons acquis la conviction, que les fruits fraîchement cueillis en entièrement sains, qui, outre le sucre, contiennent aussi dans leur jus du ferment, entrent en fermentation même dans l'acide carbonique absolument pur.

« Quelques chimistes ont révoqué en doute la vérité de ce résultat : certes, ils n'avaient pas l'intention de rendre mon travail suspect; mais c'est probablement parce que Gay-Lussac avait reconnu, quelques années auparavant, l'oxigène comme la première condition matérielle de la fermentation du moût.

« Il appert de mes expériences, en tirant une conséquence logique, que dans l'expérience de Gay-Lussac, l'oxigène ne peut pas avoir agi comme substance primitive, mais comme moyen secondaire, c'est-à-dire formant de l'acide carbonique et par conséquent comme acide carbonique.

« Ce serait une politesse mal placée et offensante pour Gay-Lussac, que de vouloir, après des expériences aussi claires, reconnaître encore comme exacte maintenant, sans autre examen, la conclusion que ce physicien distingué a tirée des résultats de mes expériences, ou de vouloir la mettre hors de

Digitized by Google

doute de la défendre. Je ne balance donc pas à prononcer que, suivant ma conviction, ce n'est pas l'oxigène, mais uniquement l'acide carbonique, qui fait la condition, ou provoque le phénomène de la fermentation de ces fruits. Seulement la manière dont il agit ne peut pas être expliquée en raison de nos connaissances encore si imparfaites de la nature du ferment (1).

« L'expérience que j'ai rendue certaine me suffit pour le moment, car elle conduit à maintes considérations intéressantes sur l'effet analogue que ces deux espèces de gaz produisent sur les animaux et les plantes, considérations qui peuvent occuper l'esprit et le jugement.

« Je n'ai pas encore essayé si le moût de bière (*Bier mürze*) est également mis en fermentation par l'acide carbonique. Dans mon cours zymologique, j'ai aussi provoqué l'attention de mes auditeurs sur l'emploi, jusqu'à présent encore peu usité, d'un sirop de malt d'orge, à la préparation de différentes espèces de bière à l'usage domestique.

« J'ai le premier proposé la préparation de ce sirop, dans mon traité intitulé : *Sur la chimie et la fermentation.*

« Ce sirop, pour le rendre de garde, pourrait être aromatisé avec un peu de houblon, et être introduit dans le commerce réduit en consistance d'extrait. Par l'évaporation de l'extrait liquide de malt en consistance de sirop, toute la fécule qui se trouve encore dans le liquide et qui est cause que la bière que l'on en tire est tant disposée à l'aigreur, se convertit en sucre de fécule par la réaction du gluten, et l'on obtient par là un produit qui donne une boisson plutôt *vineuse* que *biéreuse*, en le dissolvant dans l'eau et en le mettant en fermentation avec du ferment.

(1) M. Kolle, dans son Traité sur l'essence et la production du galvanisme, présente, à la page 160, une considération qui fait accorder les observations de Gay-Lussac et de Dœbereiner; il croit que l'acide carbonique, que Dœbereiner a vu provoquer la fermentation, a été le résultat de la décomposition des fruits et qu'il s'est formé du ferment par l'oxidation d'une substance; cette considération gagne une certaine vraisemblance en réfléchissant aux effets connus que les plantes vivantes produisent sur l'acide carbonique.

Digitized by Google

« J'ai également fait beaucoup d'expériences sur la fabrication des vins artificiels. Mais ceci est un sujet duquel il n'est permis de parler qu'à notre Nathusius. Cet homme distingué sous tous les rapports et d'une activité si multipliée, a porté la préparation de pareils vins au plus haut point, car les échantillons de ses produits zymochimiques, qu'il a eu la bonté de me communiquer pour mon cours sur la chimie de la fermentation, ne laissent en effet plus rien à désirer.

240. Extrait d'une critique sur la formation de l'éther; par Duflos (*Archives* de Kastner, vol. XVIII, 1829, p. 372).

L'auteur du mémoire, après avoir comparé les travaux de Hennell, de Heeren et les siens sur le même objet, et publiés vol. XIV et XVI de ces *Archives* allemandes, revient enfin sur les recherches de Sérullas, disant : « J'ai répété les expériences de Sérullas, et quant à leurs phénomènes, j'ai reconnu leur exactitude; mais quant aux conclusions qu'il en tire, je suis bien loin de partager son opinion, étant convaincu que tous ces faits peuvent s'expliquer également dans cette manière de voir, d'après laquelle l'acide hyposulfurique doit être regardé comme partie constituante de l'acide sulfo-vineux; et que par conséquent les faits et les phénomènes avec leurs explications devenus faux, ne sont pas réfutés du tout par la découverte de M. Sérullas.

Le fait, que Sérullas, dans son analyse de son sulfate d'hydrogène carboné neutre, comme il l'appelle, obtenait 55,02 d'acide sulfurique comme partie constituante de cette combinaison, ne prouve pas encore la préexistence de cet acide. Par la même raison, et même plus convenablement à cause des autres propriétés, on pourrait envisager cette combinaison comme composée de 2 æq. d'acide sulfureux, 2 æq. d'hydrogène $\frac{3}{4}$ carboné et 3 æq. d'eau ( $2\ddot{S} + 2(C^4 H^3) + 3\dot{\underline{H}}$, qui se forme en conséquence de la décomposition de l'acide sulfovineux contenu dans le mélange d'acide sulfurique et d'alcool, ce qui arrive au point d'ébullition; et cette décomposition aurait lieu de cette manière, qu'une partie de cet acide sulfo-vi-

neux, représentée par $\overset{(\dddot{})}{S}{}^2 + (C^4\, H^5\, C^3)$ se transforme en

$$\dddot{S} + \tfrac{1}{2}\,\underline{\dot{H}} \text{ et } \ddot{S} + C^4\, H^{4\frac{1}{2}} O^{1\frac{1}{2}} \text{ ou } \ddot{S} + \left( C^4\, H^3 \right) + 1\tfrac{1}{2}\,\underline{\dot{H}}$$

Au reste, on n'obtient que tres-peu de la combinaison neutre en proportion des matières employées, ce qui s'explique vraisemblablement en ce que la plus grande partie, aussitôt après sa formation, est décomposée de nouveau par l'acide sulfurique reproduit dans le même instant, et pour la saturation duquel il ne se trouve pas la quantité d'eau suffisante. Pendant l'échauffement en contact avec de l'eau, la combinaison neutre se décompose d'abord en hydrogène carboné simple et en acide sulfo-vineux, et ce dernier enfin, par la chaleur continuée, en acide sulfurique et l'éther, de cette manière :

Combinaison neutre

$$2\, S + ( C^8\, H^9\, O^3 )$$

Huile vineuse | Acide sulfo-vineux

$( C^4\, H^4 )$ | $\dddot{S}{}^2 + ( C^4\, H^5\, O^2 )$

Acide sulfurique | Alcool

$2\, \dddot{S}$ | $C^4\, H^5\, O^2$

C'est-à-dire ce dernier par la réception d'un acq. d'eau. Cette étiologie explique aussi suffisamment la différence de la composition de l'huile vineuse obtenue de cette manière, et de celle de cette partie d'huile exempte d'acide obtenue dans la distillation de l'éther, et qui doit être considérée, selon l'analyse de Dumas et Boullay, et d'après la mienne, comme étant une combinaison de $C^4\, H^3$, et qui doit son origine sans doute à la décomposition à une haute température d'une partie de l'acide sulfo-vineux contenu dans le mélange d'éther, et qui se transforme ici en acide sulfurique hydraté, acide sulfureux, éther et cette huile. Cette décomposition est très-bien représentée par la formule suivante :

Digitized by Google

Acide sulfo-vineux

$$\dddot{S}^2 + (C^4 H^5 O^2)$$

| Acide sulfurique hydraté | Acide sulfureux | Éther | Huile vineuse |
|---|---|---|---|
| $\dddot{S} H +$ | $\ddot{S} +$ | $\left(C^2 H^{2\frac{1}{2}} O \tfrac{1}{2}\right) +$ | $\tfrac{1}{2}\left(C^4 H^3\right)$ |

La production de sulfuride de calcium, observée par M. Sérullas, en traitant cette combinaison neutre par le potassium à chaud, me semble être beaucoup plus facile à expliquer d'après cet exposés de sa composition, car ce phénomène est tout-à-fait analogue à celui que produit le potassium présenté à l'acide sulfureux.

En général, tous les phénomènes observés par Sérullas avec son hydrogène carboné neutre ou acide, comme il l'appelle, s'expliquent parfaitement bien selon notre manière de voir, qui a l'avantage de ne pas offrir en même temps des anomalies si extraordinaires, que cette autre qui représente des produits remarquables résultant de l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool comme étant des sulfates neutres ou acides. Aussi l'admission d'un éther (naphte) sulfureux ne peut-elle pas nous être reprochée, après que Dumas et Boullay ont prouvé d'une manière éclatante la composition de l'éther nitrique composé d'acide nitreux et des parties éthériques (1).

### 241. Note sur ces observations.

Ce que dit M. Duflos est tout-à-fait insignifiant. S'il peut rester des doutes sur la réalité de mon explication, il y a certitude que celle que donne M. Duflos ne peut être juste; elle est dénuée de probabilités.

Il revient sur l'existence, comme tout le monde l'avait cru, d'acide hypo-sulfurique dans les sulfo-vinates; il a recours à l'invention d'un éther sulfureux, et pour l'appuyer, il imagine la reproduction d'acide sulfurique.

Mais le sulfate d'éther se transforme dans l'eau bouillante en huile douce, en alcool et en acide sulfurique, jamais d'acide

(1) M. Sérullas semble encore donner une grande importance à cette observation, que les sulfovinates, en les traitant par l'acide sulfurique concentré, se comportent tout autrement, que les hyposulfates. Ces derniers, dégageant de l'acide sulfureux avec une vive effervescence, les

sulfureux, quand l'expérience est faite convenablement. Ce serait chose bien étrange que de l'acide sulfurique, après s'être transformé, au contact d'une matière végétale, en acide sulfureux, repassât, un instant après et dans la même circonstance, à l'état d'acide sulfurique.

M. Duflos s'étaie aussi de l'analyse que MM. Dumas et Boullay ont donnée de l'huile douce à laquelle ils avaient attribué la composition $C^4$ $H^3$. Mais M. Duflos ignore qu'aussitôt que mon mémoire parut, ces chimistes s'empressèrent de refaire l'analyse de l'huile douce, et reconnurent que la composition $C^4$ $H^4$ que j'ai trouvée était exacte, et que M. Dumas s'est également empressé de corriger dans le premier volume de son traité de chimie, à la page des *errata*.

C'est gratuitement que M. Duflos dit que j'attache une grande importance à cette observation, que les sulfo-vinates traités par l'acide sulfurique concentré ne donnent pas d'acide sulfureux; certes c'est, selon moi, une prouve incontestable de la différence de composition qui existe entr'eux et les sulfo-vinates; mais la preuve qui a véritablement fixé le plus mon attention, et M. Duflos n'aurait pas dû manquer de le dire, c'est la transformation de ces fulfo-vinates en sulfate acide et en alcool sans production d'acide sulfureux. SÉRULLAS.

premiers, les sulfo vinates, ne produisent rien de pareil, ni acide sulfureux, ni autre gaz, mais ils déposent du carbone en grande quantité.

M. Sérullas pense que c'est un signe caractéristique qui aurait dû faire réfuter l'identité de ces deux sels différens. Quant à moi, je pense, d'après les idées exposées sur la composition de l'acide sulfo-vineux, que ce phénomène est très-concordant avec ces idées. L'acide sulfurique concentré en contact avec un sulfo.vinate, le premier tendra d'abord à soustraire au sel une partie de son eau (à l'état d'hydrate), ce qui produira nécessairement une décomposition en acide sulfurique et en huile vineuse légère (C H), qui se charbonne. Si, au contraire, on présente ces deux substances l'une à l'autre sous l'influence de la chaleur, ou à l'état très-concentré, alors une partie de l'acide hypo-sulfurique se transformera toujours en acide sulfurique et en acide sulfureux. Ce dernier phénomène avait lieu, par exemple, quand je traitais du sulfovinate de chaux avec l'acide sulfurique concentré, mêlé auparavant avec une quantité considérable d'acide sulfurique anhydre (cristallisé). En me servant de l'acide sulfurique de 1,780 au lieu de l'acide concentré, en évitant tout échauffement, le produit que j'obtenais était de l'éther.

J...L.

Digitized by Google

# TABLE

## DES ARTICLES DU CAHIER DE JUIN 1830.



FIN DU TOME XIII.

PARIS. — IMPRIMERIE DE A. FIRMIN DIDOT,

RUE JACOB, N° 24.

Digitized by Google